IDRC-265f

Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe:

une technologie à la portée des ménages

Compte rendu d'un atelier
tenu à Nairobi, Kenya
du 12 au 16 octobre 1987

Actes

unicef

SIDA

CRDI

CANADA

Le Centre de recherches pour le développement international, société publique créée en 1970 par une loi du Parlement canadien, a pour mission d'appuyer des recherches visant à adapter la science et la technologie aux besoins des pays en développement; il concentre son activité dans six secteurs: agriculture, alimentation et nutrition; information; santé; sciences sociales; sciences de la terre et du génie; communications. Le CRDI est financé entièrement par le Parlement canadien, mais c'est un Conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa (Canada), il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

This publication is also available in English.

IDRC–265f

Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe:

une technologie à la portée des ménages

Compte rendu d'un atelier
tenu à Nairobi, Kenya
du 12 au 16 octobre 1987

Rédacteurs: D. Alnwick, S. Moses
et O.G. Schmidt

Sous les auspices du
Centre de recherches pour le développement international,
du Fonds des Nations-Unies pour l'enfance
et de l'Agence de développement international de Suède

90-03846/

Titre original de l'ouvrage: *Improving Young Child Feeding in Eastern and Southern Africa — Household-Level Food Technology. Proceedings of a workshop held in Nairobi, Kenya, 12–16 October 1987*
© International Development Research Centre 1988

© Centre de recherches pour le développement international 1989
Adresse postale: BP 8500, Ottawa (Ontario) Canada K1G 3H9

Alnwick, D.
Moses, S.
Schmidt, O.G.
CRDI. Bureau régional pour l'Afrique orientale et australe Nairobi, KE
UNICEF, New York, NY US
Office suédois d'aide au développement international Stockholm, SE

IDRC-265f

Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et australe: une technologie à la portée des ménages; compte rendu d'un atelier tenu à Nairobi, Kenya, du 12 au 16 octobre 1987. Ottawa, Ont., CRDI, 1989. xxii + 430 p. : ill. (Actes / CRDI)

/Alimentation/, /aliments de sevrage/, /technologie alimentaire/, /ménage/, /Afrique orientale/, /Afrique australe/ — /régime alimentaire/, /valeur nutritive/, /malnutrition/, /préparation des aliments/, /hygiène alimentaire/, /allaitement naturel/, /fermentation/, /céréales/, /rapports de réunion/, /recommandations/.

CDU: 613.22(6) ISBN: 0-88936-518-0

Traduction: Bureau des traductions, Secrétariat d'État
Révision: Marie Saumure

Édition microfiche offerte sur demande

Les opinions émises dans ce texte sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles des organismes commanditaires. La mention d'une marque déposée ne constitue pas une sanction du produit; elle ne sert qu'à informer le lecteur.

Résumé

Le sevrage, c'est-à-dire la période où l'on commence à donner des aliments solides à un jeune enfant en complément du lait maternel, présente de graves risques nutritionnels pour les enfants des pays en développement. Dès la fin de leur deuxième année, le tiers des enfants en Afrique orientale et australe souffrent de malnutrition chronique. Les facteurs suivants contribuent au retard de croissance que l'on observe couramment chez les enfants en âge d'être sevrés: carence nutritionnelle, forte prévalence des maladies diarrhéiques (qui s'expliquent souvent par la contamination des aliments de sevrage) et récente diminution de la durée et de l'intensité de l'allaitement maternel.

Des spécialistes des sciences de l'alimentation, des nutritionnistes et des planificateurs de la santé travaillant en Afrique et en Asie du Sud se sont réunis dans le cadre d'un atelier international afin d'examiner des techniques alimentaires applicables au niveau des ménages qui semblent prometteuses pour améliorer la nutrition des nourrissons et des jeunes enfants. Après avoir examiné les connaissances actuelles en matière d'allaitement maternel et de pratiques de sevrage en Afrique orientale et australe, les participants ont discuté de l'utilisation, au cours du sevrage, d'aliments fermentés et de farine germée, tant pour améliorer l'apport nutritionnel chez les jeunes enfants que pour diminuer les risques de contamination des aliments. Ils ont également discuté des recherches qu'il y aurait lieu d'entreprendre sur l'efficacité des techniques alimentaires et sur leur diffusion dans la collectivité.

Cette publication fait le compte rendu des discussions de l'atelier et présente ses conclusions et recommandations. Elle s'adresse aux scientifiques et aux planificateurs de la santé qui participent à des recherches en matière de nutrition et à l'élaboration de programmes visant à améliorer l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants dans les pays en développement.

Abstract

The weaning period, that is the period in a young child's life when supplementary foods are introduced to complement breast milk, poses great nutritional risk to children in developing countries. By the end of the second year of life, one-third of children in eastern and southern Africa are chronically malnourished. The following factors contribute to the growth faltering commonly observed in weaning-age children: low nutrient intake, high incidence of diarrhoeal disease (often caused by contaminated weaning foods), and recent declines in duration and intensity of breastfeeding.

Food scientists, nutritionists, and health planners working in Africa and South Asia met in an international workshop to examine household-level food technologies that hold promise for improving nutrition of infants and young children. After reviewing current knowledge of breastfeeding and weaning practices in eastern and southern Africa, participants discussed the use in weaning diets of fermented foods and germinated flour, for both improved nutrient intake by young children and decreased risk of food contamination. Research that should be conducted into the effectiveness of the food technology was identified and its diffusion at the community level discussed.

This publication contains the proceedings, conclusions, and recommendations of the workshop. It is directed at scientists and health planners who are involved in nutrition research and developing programs to improve feeding of infants and young children in developing countries.

Resumen

El período de destete, es decir, aquel período en la vida de un niño en que se introducen en su dieta alimentos suplementarios para complementar la leche materna, representa un gran riesgo nutricional para los niños de países en vías de desarrollo. Hacia el final de su segundo año de vida, un tercio de los niños en Africa oriental y del sur muestran señales de malnutrición crónica. Los siguientes factores contribuyen al crecimiento vacilante que se observa comúnmente en los niños que se encuentran en edad de dejar la lactancia materna: baja ingestión de nutrientes, alta incidencia de diarrea (a menudo causada por alimentos para el destete contaminados), y nuevas disminuciones en la duración e intensidad de la alimentación proveniente del pecho de la madre.

Científicos del campo de los alimentos, especialistas en nutrición y planificadores de la salud que trabajan en Africa y en el Sur de Asia se reunieron en un taller internacional para examinar las tecnologías de alimentos que se utilizan en el hogar y que prometen buenos resultados en el mejoramiento de la nutrición de lactantes y niños pequeños. Después de analizar el conocimiento que existe actualmente sobre la alimentación recibida a través del pecho de la madre y las prácticas que se utilizan para el destete en el oriente y sur de Africa, los participantes discutieron el uso en dietas para el destete de alimentos fermentados y harina germinada para que los niños pudan ingerir nutrientes mejorados y haya una disminución en el riesgo causado por la contaminación de los alimentos. Se identificó la investigación que se debe realizar sobre la efectividad de las tecnologías de alimentos y se discutió su difusión en el seno de la comunidad.

Esta publicación contiene las actas, conclusiones y recomendaciones del taller. Está dirigida a científicos y planificadores de la salud que participan en la investigación nutricional y en programas de desarrollo para mejorar la alimentación de lactantes y niños en los países en desarrollo.

Table des matières

Préface viii

Avant-propos ix

Remerciements xi

Résumé des communications xii

Séance I — Comment améliorer l'alimentation de l'enfant 1

Avons-nous aujourd'hui des solutions véritables au problème de la malnutrition des jeunes enfants? **T. Greiner** 2

L'allaitement maternel, ressource alimentaire négligée pour le sevrage **J. Bradley, S. Baldwin et H. Armstrong** 8

Les problèmes associés aux suppléments alimentaires **T. Greiner** 39

Le sorgho et le millet en Afrique orientale et leur utilisation comme aliments de sevrage **M. Seenappa** 44

La prestation d'aliments de sevrage dans le cas des réfugiés **M.K. Serdula, N.J. Binkin, P. Nieburg et A. Berry** 62

Résumé des discussions 73

Séance II — Pratiques de sevrage et procédés de changement 77

Les pratiques traditionnelles de sevrage en Éthiopie **G. Abate et C. Yohannes** 78

Les aliments de sevrage au Kenya: traditions et tendances **R. Oniang'o et D.J. Alnwick** 85

Le conditionnement des denrées alimentaires en Ouganda en ce qui a trait à l'alimentation des nourrissons **L. Sserunjogi** 91

Les produits de sevrage au Rwanda et les possibilités du sorgho germé **M. Ramakavelo** 102

Observations sur la croissance et le sevrage des enfants au Zimbabwe **J.R. Mutamba** 110

L'usage des produits fermentés dans l'alimentation des enfants au Botswana **C. Mokwena** 115

Les modes de sevrage au Swaziland et le marketing social en vue du changement **J.M. Aphane et L.K. Nilsson** 119

Une méthode visant à améliorer les pratiques de sevrage au Mozambique **A. Lechtig et A. Srivastava** 129

Le marketing social pour la réintroduction des produits de sevrage traditionnels **L. Hendrata** 146

Résumé des discussions 150

Séance III — Les produits fermentés dans l'alimentation de l'enfant 155

L'emploi des produits fermentés pour améliorer l'alimentation des enfants d'Afrique australe et orientale **A. Tomkins, D. Alnwick et P. Haggerty** 156

L'« uji » fermenté — un excellent aliment de sevrage **S.K. Mbugua** 193

La fermentation du « mahewu » à base de maïs **A.D. Ayebo et M.P. Mutasa** 200

La consommation de produits de sevrage à base de céréales fermentées dans l'État de Kwara, Nigeria **K.H. Brown, K.L. Dickin, M.E. Bentley, G.A. Oni, V.T. Obasaju, S.A. Esrey, S. Mebrahtu, I. Alade et R.Y. Stallings** 208

La fermentation des produits de sevrage à base de céréales et de légumineuses **M.M. Keregero et R.L.N. Kurwijila** 228

La réduction du volume des aliments de sevrage à base de manioc par la fermentation **N.L.V. Mlingi** 239

Les produits à base de manioc fermenté en Tanzanie **M. Hakimjee et S. Lindgren** 252

Résumé des discussions 261

Séance IV — Contamination des aliments et fermentation lactique 267

La salubrité des produits de sevrage à Kiambu, au Kenya **A.M. Pertet, E. Van Praag, S.N. Kinoti et P. Waiyaki** 268

La contamination fécale des aliments de sevrage au Zimbabwe **C. Simango** 275

La composition et la sécurité microbiologique des produits de sevrage à base de céréales **M.J.R. Nout, J.G.A.J. Hautvast, F. van der Haar, W.E.W. Marks et F.M. Rombouts** 280

Les propriétés bactériologiques des bouillies sures traditionnelles du Lesotho **A.L. Sakoane et A. Walsh** 298

Résumé des discussions 304

Séance V — Expériences de l'Afrique orientale et de l'Asie 309

Le gros volume alimentaire des produits de sevrage et son effet sur l'apport énergétique et nutritionnel **U. Svanberg** 310

Les produits de sevrage à forte teneur nutritive faits de céréales germées **A.C. Mosha et W.S.M. Lorri** 327

Les modes d'alimentation des enfants en Tanzanie: fréquence des repas et volume alimentaire **Zohra Lukmanji, Bjorn Ljungqvist, Fred Hedqvist et Charles Elisonguo** 341

L'effet de la consistance des aliments sur l'apport nutritif chez les jeunes enfants **R.P. Kingamkono** 354

La mise au point d'aliments de sevrage de haute valeur calorique et de faible volume en Zambie **F. Luhila et P. Chipulu** 365

La réduction du volume des gruaux de sevrage traditionnels en Inde **T. Gopaldas, P. Mehta et C. John** 375

Les produits de sevrage maltés en Inde **N.G. Malleshi et B.L. Amla** 386

Les aliments de sevrage au Népal **Y. Vaidya** 395

La teneur en cyanure des céréales germées et l'effet des techniques de conditionnement **L.O. Dada et D.A.V. Dendy** 407

L'absorption ferrique améliorée des produits de sevrage grâce à la germination et à la fermentation **U. Svanberg et A.S. Sandberg** 415

Résumé des discussions 424

Liste des participants 427

Préface

La période de sevrage est la période pendant laquelle le jeune enfant passe progressivement d'une nourriture constituée exclusivement de lait maternel à une alimentation qui en est totalement dépourvue. Dans une grande partie du monde, cette période d'un an ou plus est sans doute la plus dangereuse de la vie de l'enfant. Beaucoup n'y survivent pas et parmi les survivants, trop nombreux sont ceux dont la croissance physique, peut-être mentale, sera entravée et qui ne pourront jamais réaliser leur plein potentiel.

De toute évidence, le lait maternel a une importance capitale pendant toute la durée de la période de sevrage, car c'est un aliment à la fois sain et nutritif. Mais les problèmes associés à l'introduction d'aliments complémentaires — qui doivent être d'une qualité nutritive et hygiénique adéquate, donnés en quantité suffisante et au moment propice — sont parmi les plus critiques qui se posent pour la survie et le développement de l'enfant dans de nombreux pays du monde.

Le présent rapport d'un atelier qui s'est penché sur l'importante question, de savoir ce qui peut être fait au niveau des ménages pour améliorer l'alimentation du jeune enfant et a examiné les techniques traditionnelles à la lumière de la science moderne, est donc extrêmement pertinent et arrive on ne peut à propos. Cependant, aussi simple et ingénieuse que puisse être une technique, elle ne sera pas «appropriée» à moins d'être compatible avec le mode de vie et la culture de la population à qui elle s'adresse et ne sera pas nécessairement assimilée tout simplement parce qu'elle est disponible. Pour opérer un changement de comportement durable et à grande échelle — si cela est jugé souhaitable, il faudra sans doute faire appel à des compétences de nombreuses disciplines. C'est un défi permanent à relever.

James P. Grant
Directeur exécutif
UNICEF

Avant-propos

Cette publication présente le compte rendu d'une réunion internationale tenue à Nairobi, au Kenya, du 11 au 16 octobre 1987, sous les auspices du Centre de recherches pour le développement international (CRDI), du Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et de l'Agence de développement international de Suède (ADIS). Cet atelier témoigne de l'intérêt soutenu que portent ces trois organismes aux moyens à prendre pour améliorer l'alimentation et la santé des nourrissons et des jeunes enfants et favoriser leur développement.

Les pays en développement reconnaissent depuis longtemps que la période de sevrage, qui se situe entre 6 et 24 mois, comporte de grands risques pour l'état nutritionnel et la santé des jeunes enfants. Pendant les 4 à 6 premiers mois de vie, les nourrissons se développent généralement bien lorsqu'ils sont nourris exclusivement, ou presque, de lait maternel, mais la croissance commence à ralentir vers les six mois, lorsqu'il devient nécessaire de leur donner les suppléments alimentaires qui devraient justement soutenir la croissance. Souvent la croissance continue de diminuer pendant le reste de la petite enfance et au début de l'enfance, entraînant un degré élevé de malnutrition, une cause importante de mortalité chez les nourrissons et les jeunes enfants des pays en développement.

La croissance aléatoire des nourrissons et jeunes enfants est attribuable à de nombreuses raisons et cet atelier a examiné deux des facteurs critiques liés à la consommation de suppléments alimentaires: la faible valeur nutritive et le gros des préparations de sevrage généralement utilisées et leur contamination fréquente par des organismes pathogènes qui provoquent des maladies diarrhéiques. Il a été reconnu au cours des travaux de cet atelier que les tentatives d'amélioration de l'état nutritionnel du jeune enfant doivent d'abord et avant tout inclure des efforts importants pour encourager l'allaitement maternel pendant toute la période de sevrage, y compris la deuxième année de vie de l'enfant. Les participants ont ensuite procédé à l'examen scientifique de deux méthodes traditionnelles de préparation d'aliments fort prometteuses pour accroître la valeur nutritive des aliments de sevrage et réduire les risques de contamination. Il s'agit de la germination des grains et de la fermentation lactique ou acidification des bouillies à base de céréales. Traditionnellement, ces techniques étaient largement répandues dans les ménages de l'Afrique orientale et australe, mais dans bien des endroits, elles ont perdu la faveur populaire, à cause des tendances vers la «modernisation» et du changement opéré dans les cultures de base, où le maïs a graduellement remplacé le sorgho et le millet.

En regard de l'énorme travail de recherche effectué au fil des ans sur les aliments de sevrage à base de lait et l'élaboration de produits de sevrage commercialisés, le travail entrepris sur les méthodes traditionnelles de préparation d'aliments de sevrage a été presque nul. Et pourtant, même lorsque les aliments appropriés étaient disponibles, les programmes visant à introduire de nouveaux moyens non familiers d'accroître l'apport nutritif chez les enfants en âge d'être sevrés, grâce aux suppléments alimentaires, ont obtenu peu de succès. En principe, il devrait être plus facile et plus efficace de réintroduire, peut-être sous une forme modifiée, les méthodes traditionnelles appropriées de préparation d'aliments de sevrage. L'atelier a réuni 70 spécialistes en alimentation, nutritionnistes, pédiatres, éducateurs-hygiénistes et administrateurs de programmes de 19 pays pour discuter des aspects scientifiques et politiques de cette question.

Il ne suffit pas, naturellement, de mettre au point ce qui semble être des techniques alimentaires efficaces et appropriées, à la portée des ménages, pour supposer qu'elles seront adoptées. Les aliments et les méthodes de préparation élaborés ou testés en laboratoire, même lorsqu'ils sont fondés sur la pratique traditionnelle, doivent être évalués scientifiquement sur les lieux. Les techniques prometteuses doivent ensuite être transférées aux éventuels bénéficiaires, parce que l'aliment n'est pas nourrissant tant qu'il n'a pas été absorbé. Si l'on veut que les techniques étudiées lors de cette réunion soient largement diffusées, il est essentiel d'adopter une approche multisectorielle et multidisciplinaire. C'est pourquoi il y a lieu de féliciter les organisateurs d'avoir réussi à rassembler des représentants de tant de disciplines et d'institutions. Nous espérons que cette publication portera la question des techniques alimentaires appropriées au niveau des ménages, à l'attention des chercheurs et des planificateurs qui s'intéressent à la recherche sur la nutrition et à la mise au point de programmes susceptibles d'améliorer l'alimentation des jeunes enfants des pays en développement et de cette manière, qu'elle aidera à répondre aux besoins des bénéficiaires concernés — les enfants les moins favorisés du monde.

R.L. Wilson
Directeur
Division des sciences de la santé

H.G. Zandstra
Directeur
Division des sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition

Centre de recherches pour le développement international

Remerciements

L'organisation d'un groupe de travail aussi important que celui-ci — 35 communications présentées par plus de 70 participants de 19 pays — exige la coopération de nombreuses personnes. Nous tenons à remercier de façon toute spéciale Jenny Cervinskas du CRDI et S.K. Mbugua de l'Université de Nairobi, qui ont participé au comité de rédaction, révisé les communications et fourni une aide indispensable à la publication de cet ouvrage. Nous remercions aussi vivement les participants suivants, qui ont révisé les communications, présidé des séances ou été rapporteurs des plénières et qui ont mis au point les conclusions et recommandations: Andrew Tomkins, London School of Hygiene and Tropical Medicine, R-U; David Dendy, Overseas Development Natural Resources Institute, R-U; Ted Greiner, ADIS, Suède; Helen Armstrong, International Baby Food Action Network, Nairobi; Robert Nout, Wageningen Agricultural University, Pays-Bas; Kenneth Brown, Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health, É-U; et Lukas Hendrata, UNICEF, New York.

L'Overseas Development Administration, R-U, et les Centers for Disease Control, É-U, ont parrainé la présence de certains participants. Carla Plummer, Agnes Atsiaya et Alice Mbogo du CRDI, Nairobi, ainsi que Judith Otieno de l'UNICEF, Nairobi, ont apporté aux services administratifs de cet atelier un appui inestimable. Enfin, nous aimerions remercier spécialement tous les auteurs qui ont travaillé d'arrache-pied à la révision de leurs communications tout au long de la réunion, ainsi que Katherine Kealey, la rédactrice technique, dont la patience inlassable et l'ardeur au travail ont rendu possible la publication de cet ouvrage.

Résumé des communications

Introduction

Dans toute l'Afrique orientale et australe, environ un tiers des jeunes enfants souffrent de malnutrition chronique. Cette forte incidence de malnutrition est associée aux taux de morbidité et de mortalité élevés chez les nourrissons et les jeunes enfants et au développement suboptimal de l'enfant. En règle générale, les nourrissons se développent bien pendant les quatre à six premiers mois de vie, mais entre six et dix-huit mois, la croissance commence à ralentir et, à la fin de cette période, l'enfant d'une zone rurale de cette région est plus petit en moyenne que 97 % des enfants du même âge des pays occidentaux. La réduction de la gravité et de la fréquence des arrêts de croissance prématurés au cours de cette période pourrait contribuer de façon significative à améliorer la survie, la santé et le développement des enfants.

L'arrêt de croissance coïncide avec le moment où les bébés commencent à recevoir des suppléments alimentaires en plus du lait maternel — la soi-disant « période de sevrage ». Les aliments introduits pour supplémenter le lait maternel (les aliments de sevrage) devraient répondre à une norme minimale de nutrition et d'hygiène et devraient être donnés en quantité suffisante et au moment voulu. Dans la plupart des pays en développement, les problèmes associés à l'introduction des aliments de sevrage sont parmi les plus critiques qui soient pour la santé et le développement de l'enfant.

La période de sevrage pose trois problèmes nutritionnels majeurs pour les jeunes enfants de l'Afrique orientale et australe. D'abord, les aliments de sevrage sont souvent contaminés par des agents pathogènes responsables de la diarrhée, laquelle contribue directement à la malnutrition. Deuxièmement, les aliments de sevrage composés des principaux aliments de base de la région ont une faible valeur nutritive, surtout parce qu'ils possèdent des quantités élevées d'amidon non modifié et peu de matières grasses. Les bouillies à base de ces denrées et ayant une consistance acceptable pour un enfant d'un an contiennent à peu près le tiers des éléments nutritifs qui se trouvent dans les aliments de sevrage types des pays occidentaux. Un jeune enfant doit donc consommer un gros volume de bouillie pour satisfaire ses besoins nutritifs et énergétiques pendant la période où le lait maternel seul est insuffisant. De nombreux enfants sont incapables d'ingérer de telles quantités, d'où les apports insuffisants de calories, protéines et autres nutriments. Le problème se complique si les enfants sont nourris à intervalles peu fréquents (en raison du peu de temps dont dispose la mère) ou si la maladie vient réduire l'appétit. Le troisième problème nutritionnel majeur de la période de sevrage découle du fait

que récemment, dans certaines régions, la durée et l'intensité de l'allaitement au sein ont diminué, réduisant ainsi une source de nourriture importante et saine. Dans de nombreux pays, on s'inquiète particulièrement du fait que l'allaitement maternel au cours de la deuxième année de vie diminue de façon considérable.

Pour accroître l'apport nutritif au cours de la période de sevrage, les gouvernements et les organismes concernés de la région ont entrepris d'aborder la question de plusieurs façons, notamment par la mise au point de programmes d'éducation sur la nutrition, l'encouragement à l'allaitement maternel prolongé, associé à un régime de sevrage nutritif à base d'un mélange de produits locaux disponibles, l'amélioration des conditions sanitaires du milieu et de l'hygiène personnelle et enfin, la fabrication et la distribution d'aliments de sevrage spéciaux ou de suppléments alimentaires.

Dans l'ensemble, les résultats de ces programmes ont été décevants et l'effet général produit sur l'état nutritionnel a été négligeable. De nombreux bénéficiaires à l'intention desquels ces programmes ont été élaborés n'ont pu mettre en pratique les conseils qui leur ont été donnés. Cette situation résulte de plusieurs facteurs: les messages éducatifs inappropriés sur la nutrition, le manque d'argent pour acheter les aliments recommandés, le manque de temps pour préparer les aliments et l'insuffisance du soutien local ou gouvernemental permettant d'entreprendre des programmes efficaces.

Il existe des preuves alarmantes que la détérioration des conditions économiques dans de nombreux pays de l'Afrique subsaharienne entraîne une réelle aggravation de l'état nutritionnel des jeunes enfants. Les familles incapables d'acheter ou de cultiver les aliments dont elles ont besoin compteront presque toujours des membres mal nourris. Toutefois, même lorsque les aliments sont disponibles et distribués de façon adéquate pour répondre aux besoins nutritionnels, les jeunes enfants ne grandissent souvent pas comme ils le devraient, à cause de la faible valeur nutritive des aliments de sevrage typiques, de leur contamination fréquente par des agents pathogènes qui provoquent la diarrhée et de l'insuffisance de l'allaitement maternel. Il y a donc lieu de réexaminer les méthodes qui promettent d'améliorer la quantité et la qualité de l'apport nutritionnel chez les enfants en période de sevrage.

Afin d'améliorer l'apport d'éléments nutritifs chez les enfants en âge d'être sevrés, on a préconisé l'emploi de techniques de préparation des aliments qui accroissent la valeur nutritive des bouillies de sevrage et diminuent le risque de contamination. Ces techniques doivent être simples, faciles à comprendre et acceptables au plan culturel. De plus, les aliments qui en résultent doivent être d'un coût abordable et exiger un minimum de temps de préparation.

En plus des problèmes de distribution, le facteur coût écarte presque certainement pour la plupart des enfants l'utilisation d'aliments de sevrage préparés et emballés dans un lieu central. C'est donc dire que les procédés qui exigent un minimum d'outillage et pourraient être employés chez les particuliers à domicile ou peut-être par des groupes de familles, sembleraient les

techniques les plus souhaitables pour la production d'aliments de sevrage convenables. Plusieurs techniques traditionnelles ont été utilisées couramment dans les ménages en Afrique orientale et australe pour la production d'aliments et de boissons. Afin de déterminer si elles pourraient contribuer à améliorer la nutrition au cours de la période de sevrage, le groupe de travail a procédé à l'examen scientifique de ces techniques et en a débattu.

Le groupe de travail s'était fixé les objectifs suivants:

- examiner les connaissances actuelles sur les pratiques de sevrage des enfants en Afrique orientale et australe, ainsi que les problèmes nutritionnels associés à la période de sevrage;

- discuter des techniques alimentaires qui, au niveau des ménages, pourraient permettre d'améliorer la nutrition chez les jeunes enfants, en apportant une attention spéciale à la farine germée et à la fermentation des bouillies à base de céréales;

- repérer les activités de recherche qui doivent être poursuivies en vue d'établir l'efficacité et la sûreté de ces techniques;

- discuter des moyens à prendre pour diffuser largement les informations concernant les techniques alimentaires efficaces et appropriées au niveau des ménages et mettre en oeuvre ces techniques dans les collectivités et les pays de la région.

L'atelier a débuté par la présentation de communications passant en revue les connaissances actuelles dans le domaine général de l'alimentation du jeune enfant. On a accordé une attention particulière à l'importance capitale du lait maternel pendant la période de sevrage, en tant qu'aliment sain et à forte teneur nutritive. Les pratiques de sevrage dans un grand nombre de pays de la région ont ensuite été examinées et spécialement l'emploi d'aliments germés et fermentés dans le régime de sevrage. La germination et la fermentation sont deux techniques alimentaires traditionnelles employées au niveau des ménages et qui ont été proposées comme étant efficaces et propres à améliorer la nutrition du jeune enfant.

On sait que l'addition d'une petite quantité de farine germée, riche en amylase, aux bouillies de céréales épaisses, réduit considérablement la viscosité de ces bouillies, permettant ainsi de préparer un aliment à la fois plus nutritif et suffisamment liquide pour que le jeune enfant puisse le consommer. Bien que la technique de production de farine germée soit bien connue dans la région et que les matières premières nécessaires soient largement disponibles dans toute l'Afrique subsaharienne, cette technique n'est pas généralement utilisée dans la préparation des aliments de sevrage. Le groupe de travail a examiné et analysé les expériences faites en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud avec la farine germée pour améliorer la densité calorique des aliments de sevrage. Les problèmes que pourrait poser cette technique ont été étudiés de même que les moyens à prendre pour les résoudre.

La fermentation non alcoolique des bouillies de céréales par les bactéries productrices d'acide lactique présente aussi, croit-on, certains avantages dans la préparation des bouillies de sevrage. La fermentation peut en effet accroître la biodisponibilité des protéines, des vitamines et des minéraux. De plus, la fermentation conserve les bouillies et peut les rendre plus résistantes à la contamination en inhibant la prolifération des micro-organismes causant la diarrhée. En conséquence, les jeunes enfants pourraient être nourris plus souvent, à partir du même lot de bouillie. De nombreuses collectivités d'Afrique orientale et australe utilisent traditionnellement les bouillies fermentées ou «suries» comme aliments de sevrage; le groupe de travail a examiné les pour et les contre de l'usage accru de ces aliments.

À l'issue de ces délibérations, de petits comités se sont formés pour rédiger les conclusions et les recommandations qui suivent et qui concernent les techniques alimentaires, leur rôle possible dans la nutrition des collectivités et les moyens à prendre pour favoriser leur application sur une grande échelle. Toutefois, aussi simples et ingénieuses que puissent être les techniques, elles ne sont pas appropriées à moins d'être compatibles avec les croyances et les pratiques culturelles des populations concernées et elles ne seront pas assimilées uniquement parce qu'elles sont disponibles. Les compétences de nombreuses disciplines sont nécessaires pour opérer un changement de comportement sur une grande échelle. Les recommandations de ce groupe de travail s'adressent aux gouvernements, agences et institutions qui se préoccupent de trouver des moyens efficaces et appropriés pour améliorer la nutrition, la santé et le développement des jeunes enfants. Pour atteindre ce but, des changements dans les pratiques d'alimentation sont nécessaires; nous espérons que les recommandations seront appréciées à leur juste valeur par ceux qui sont en mesure d'opérer ces changements.

Conclusions et recommandations

Généralités

Les cinq recommandations générales qui suivent visent à améliorer l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants:

- La collaboration doit être améliorée entre les divers professionnels qui oeuvrent dans le domaine de la nutrition humaine: les spécialistes en alimentation, les nutritionnistes, les travailleurs de la santé et les administrateurs de programmes. L'accroissement des interactions entre ces divers groupes faciliterait la mise en oeuvre des approches multidisciplinaires préconisées en vue de résoudre les problèmes de nutrition humaine. À cet égard, l'Union internationale des sciences de la nutrition (UISN) et l'Union internationale de la technologie et des sciences de l'alimentation (UITSA) ont un rôle important à jouer.

- L'allaitement maternel revêt une importance fondamentale dans le processus de sevrage. Le lait maternel peut remplir jusqu'à 50% des besoins énergétiques des enfants durant la deuxième année de vie et fournir des

quantités importantes de protéines, de vitamines et de minéraux. C'est pourquoi il faut encourager l'allaitement maternel pendant au moins les deux premières années de vie et l'addition d'aliments supplémentaires à partir de quatre à six mois ne doit pas entraîner la diminution de la consommation de lait maternel.

- La fermentation lactique des aliments est une technique largement pratiquée au niveau des ménages en Afrique orientale et australe. Les aliments fermentés possèdent de nombreuses caractéristiques des meilleurs aliments de sevrage. On a des preuves expérimentales que la fermentation lactique inhibe la prolifération des bactéries pathogènes, prolongeant ainsi sans danger la durée d'entreposage de ces aliments et permettant aussi des repas plus fréquents sans avoir à les préparer plus souvent: la fermentation fait donc gagner du temps et de l'énergie. On a aussi des preuves importantes que la fermentation lactique peut accroître la valeur nutritive des aliments et, semble-t-il, peut aussi réduire leur viscosité. Pour ces raisons, il est recommandé que, dans les régions où les aliments fermentés sont déjà employés comme préparations de sevrage, leur usage soit encouragé et soutenu. Toutefois, avant de lancer une campagne de promotion et de diffusion à vaste échelle de cette technique, il serait opportun de poursuivre les recherches.

- La production de malt par germination de céréales telles que le sorgho et le millet est pratiquée traditionnellement dans de nombreuses régions d'Afrique. Ce malt est généralement utilisé dans la préparation de boissons alcooliques pour consommation par les adultes; dans certaines régions, toutefois, on l'utilise pour produire des aliments ou des boissons non alcoolisés. En Inde, on utilise traditionnellement des légumineuses germées dans la préparation d'aliments. Des preuves incontestables, d'Afrique et d'Asie, démontrent que l'addition de malt à un aliment de sevrage diminue la viscosité de cet aliment; ce procédé permet de préparer des aliments plus nutritifs et d'une consistance acceptable. Ce procédé semble prometteur pour résoudre le problème du volume alimentaire, mais le groupe de travail estime qu'avant de recommander une utilisation répandue du malt dans la préparation d'aliments de sevrage, il faut poursuivre les recherches quant à la sécurité et à l'efficacité de ce procédé.

- La possibilité de combiner la germination et la fermentation dans la préparation des aliments de sevrage mérite des études plus approfondies. Les aliments préparés de cette manière auraient vraisemblablement une forte teneur nutritive et un faible volume alimentaire, tout en présentant moins de risque de contamination microbiologique.

Particularités

Les cinq recommandations suivantes traitent de questions fondamentales pour l'amélioration des pratiques d'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants.

L'allaitement maternel

- Les gouvernements, les organismes non gouvernementaux et les travailleurs de la santé doivent favoriser la pratique et la protection de l'allaitement maternel pendant la deuxième année de vie. Ces efforts doivent inclure l'adoption par la société d'attitudes positives à l'égard du prolongement de la durée de l'allaitement maternel.

- Des données nationales sur les pratiques d'allaitement maternel doivent être recueillies systématiquement et des objectifs nationaux fixés quant à la durée et aux modes d'allaitement maternel et à la question connexe de l'alimentation de la mère.

- Il y a lieu de reconnaître à l'échelle nationale et internationale les contraintes qui gênent la bonne pratique de l'allaitement maternel. Il faudrait apporter une attention spéciale aux femmes dont le travail, rémunéré ou non, les retient loin de leurs enfants. Des mesures législatives doivent être adoptées et mises en vigueur prévoyant des congés de maternité plus longs et, pour celles qui le désirent, la possibilité d'allaiter leur enfant au lieu de travail.

- Pendant une maladie, l'allaitement maternel apporte les liquides et les aliments essentiels à l'enfant souvent anorexique. L'interruption de l'allaitement au sein pendant une maladie, notamment pendant une maladie diarrhéique, est dangereuse. Dans le cas où des enfants de moins de deux ans doivent être hospitalisés, des dispositions doivent être prises automatiquement pour permettre aux mères de demeurer auprès de leurs enfants.

- Les codes de marketing nationaux des produits alimentaires destinés aux nourrissons et aux jeunes enfants doivent être renforcés et appliqués. La distribution de lait en poudre à titre gratuit doit être contrôlée et coordonnée.

L'anorexie

- Les maladies dont souffrent les jeunes enfants, notamment les maladies fébriles et diarrhéiques, sont souvent associées à l'anorexie. Il est important que l'enfant continue de boire et de manger pendant la maladie. Il est recommandé d'utiliser plus de lait maternel et, selon la situation locale, d'utiliser plus d'aliments liquides, de bouillies acides, d'aliments sucrés et tous les aliments préférés du petit malade.

- Il peut être bénéfique d'accroître la fréquence des repas, en donnant des portions plus petites que d'habitude. Étant donné que le fait de manger est, en somme, une activité sociale, des efforts doivent être déployés pour la maintenir ainsi durant la maladie.

- Il faut faire des recherches afin d'obtenir une meilleure connaissance des croyances et pratiques culturelles en usage durant la maladie diarrhéique et

d'autres maladies et pendant les périodes de rétablissement. Il est important de comprendre si l'apport alimentaire plus faible observé chez les enfants malades est en premier lieu le résultat d'un processus physiologique qui supprime l'appétit ou de la retenue de nourriture par les personnes chargées de s'occuper de l'enfant.

- Dans les régions où l'alimentation forcée des enfants est une coutume, il ne faut pas décourager cette pratique. Toutefois, il y a lieu d'effectuer des études afin d'explorer le problème potentiel de pneumonie par aspiration.

Les suppléments alimentaires pour les jeunes enfants

La liste suivante n'est pas exhaustive, mais servira de référence pour la préparation d'aliments de sevrage appropriés. Voici les caractéristiques optimales des suppléments alimentaires destinés aux jeunes enfants:

- ils doivent être riches en calories et éléments nutritifs, avoir une biodisponibilité élevée et peu de facteurs antinutritionnels;

- ils doivent avoir un faible coefficient de viscosité, de sorte qu'une grande quantité puisse être consommée lors d'un seul repas, ce qui a pour conséquence importante de réduire le nombre de repas nécessaires pour satisfaire les besoins énergétiques quotidiens d'un jeune enfant;

- leur préparation doit être économique, tant sur le plan des ingrédients nécessaires que du combustible requis pour la cuisson;

- ils doivent être préparés à partir des cultures adaptées aux conditions agroclimatiques locales et en utilisant les technologies appropriées, telles les décortiqueuses de village, pour la préparation des éléments de base;

- autant que possible, il faut utiliser des ingrédients disponibles en toutes saisons; si certains ingrédients ne sont pas disponibles temporairement, il faut pouvoir en substituer d'autres;

- ils doivent être faciles à préparer et commodes, exigeant peu d'ustensiles et peu de temps de cuisson, de préparation et d'ingestion;

- ils doivent pouvoir être entreposés en toute sûreté, ainsi que les ingrédients entrant dans leur préparation, sur les lieux d'habitation du ménage;

- ils doivent être acceptables au plan culturel et agréable au goût, en apparence et en texture, tant pour l'enfant que pour la mère;

- leur méthode de préparation doit être telle qu'elle puisse être enseignée et comprise facilement et, idéalement, doit être fondée sur les pratiques traditionnelles familières;

- leur consistance doit être telle qu'il soit difficile ou impossible de les donner au biberon.

Les aliments fermentés

- Il faut faire des recherches dans les conditions existant sur place, où la contamination peut survenir, sur les effets inhibiteurs qu'a la fermentation sur la croissance des divers agents pathogènes responsables de la diarrhée. Il faut concentrer l'attention sur les agents pathogènes qui sont importants dans des situations précises, mais qui n'ont pas encore été étudiés, et déterminer les taux de production d'acide au cours de la fermentation pour aider à examiner les mécanismes propres à diminuer la prolifération microbienne. Des études comparatives doivent être effectuées, dans des conditions réelles, entre les aliments fermentés et non fermentés, quant aux degrés de contamination.

- Il faut entreprendre des recherches dans les collectivités afin de déterminer si l'usage des aliments fermentés peut réduire l'incidence, la durée et la gravité des épisodes de maladie diarrhéiques chez les enfants et dans un tel cas, si cela peut conduire à l'amélioration de l'état nutritionnel. De telles recherches doivent faire grand cas des questions d'éthique et les études doivent être entreprises dans les régions où les aliments fermentés sont ou ont été utilisés de façon courante — là où ils sont perçus comme ne posant aucun risque pour les jeunes enfants.

- Il faut obtenir plus de renseignements sur l'usage des aliments fermentés en Afrique orientale et australe, y compris sur les ingrédients, les techniques de préparation et de traitement, les habitudes de consommation (passées et présentes), la durée de conservation de ces aliments, leurs appellations locales ainsi que le coefficient de viscosité et le pH des préparations généralement utilisées.

- Le procédé de fermentation doit être examiné afin de déterminer s'il entraîne une augmentation de la disponibilité du tryptophane/nicotinamide et, en conséquence, s'il peut être utile pour aider à prévenir la pellagre.

- Il faut acquérir une meilleure compréhension des perceptions populaires, positives et négatives, concernant l'usage des aliments fermentés. Là où la technique a été abandonnée, il faut étudier les raisons qui ont motivé un tel abandon. Dans certaines collectivités, il est considéré acceptable de donner des aliments fermentés seulement aux enfants plus âgés et aux adultes; il y aurait lieu d'examiner les raisons invoquées pour ne pas en donner aux nourrissons et aux jeunes enfants. Parce que les aliments trop acides peuvent ne pas être acceptables pour certains individus, il y faut entreprendre une étude sur l'acceptabilité des aliments de sevrage acidifiés artificiellement.

- Il faut obtenir plus d'informations sur le budget dont disposent les ménages pour l'alimentation par rapport au coût des aliments de sevrage, aux frais

supplémentaires qu'entraîne la fermentation des aliments et aux gains de temps et d'énergie.

- Si l'usage des aliments fermentés doit devenir largement répandu, il faut que leur préparation fasse partie de la vie quotidienne. Pour y arriver, il faut que les mères et les autres consommateurs s'intéressent à la mise au point de la technologie. Les individus qui ont acquis une certaine expérience en matière d'aliments fermentés peuvent être recrutés à titre de leaders et d'enseignants. Il peut être utile d'intégrer le traitement des aliments dans une routine existante. L'attitude positive de la part des amis et des voisins peut avoir une influence énorme sur l'acceptation de la technologie.

La farine germée

- Il faut obtenir une documentation détaillée sur la mesure dans laquelle le processus de germination a traditionnellement été utilisé en Afrique orientale et australe pour la préparation d'aliments et de boissons. Il faut porter une attention particulière à l'usage traditionnel de la germination dans la préparation des aliments de sevrage.

- Il faut faire des recherches pour déterminer si les enfants qui reçoivent une bouillie traitée avec de la farine germée dépensent plus d'énergie quotidiennement que les enfants nourris de bouillie de sevrage ordinaire. L'effet de l'apport en lait maternel sur la consommation de bouillies de sevrage d'une densité énergétique plus élevée doit aussi être examiné. Pour évaluer l'efficacité de la farine germée dans l'accroissement de l'apport en éléments nutritifs chez les enfants, il faut effectuer sur le terrain des études d'une conception quasi-expérimentale dans des ensembles de villages à des fins d'expérience et de contrôle. D'autres variables pourraient aussi inclure l'incidence de diarrhée, l'état micronutritif et la croissance de l'enfant. Les études devraient aussi rechercher les effets indésirables possibles, tels que l'incidence de diarrhée et de vomissements (en particulier si le produit n'est pas réchauffé et si l'activité enzymatique se poursuit). Il est recommandé d'effectuer cette sorte d'étude en Tanzanie, où l'usage de la farine germée est déjà largement répandu.

- On sait peu de choses sur l'absorption des éléments nutritifs des bouillies de sevrage à base de sorgho et de millet. C'est un sujet qui doit faire l'objet de recherches, y compris la question de savoir si la digestibilité, l'absorption des nutriments et la biodisponibilité des protéines et des minéraux peuvent être améliorées par la germination ou l'addition de farine germée.

- Certaines variétés de germes de sorgho frais contiennent de petites quantités de cyanure. Dans les régions où la technologie est déjà en usage pour la fabrication de la bière ou pour d'autres fins, le risque d'empoisonnement par le cyanure à partir des germes de sorgho paraît minimal. Néanmoins, les quantités de cyanure trouvées dans le sorgho germé imposent une étude plus approfondie. Les produits soumis à l'examen doivent inclure le sorgho

germé avant et après que les racines et les pousses ont été enlevées et avant et après le séchage au soleil. Des échantillons d'aliments de sevrage devraient aussi être prélevés au cours de la préparation et au point d'ingestion et ces échantillons examinés pour en connaître la teneur en cyanure. L'effet sur la teneur en cyanure par suite d'addition de farine germée aux bouillies à différentes températures devrait aussi être étudié.

- On n'a pas établi la preuve de l'existence d'un plus grand risque de contamination par aflatoxine avec les bouillies de sevrage à base de céréales auxquelles on a ajouté de la farine germée qu'avec les bouillies non traitées. Toutefois, il est recommandé de garder à l'esprit la possibilité de contamination par aflatoxine et de s'assurer que les matières premières utilisées dans la préparation d'aliments de sevrage, y compris les grains germés, soient propres et exemptes de moisissures.
- Les essais d'acceptabilité des aliments riches en amylase sont nécessaires au niveau de la collectivité. Il faut donc en vérifier la sapidité auprès des mères et des enfants. Le rapport optimal entre la farine germée et l'ingrédient de base doit aussi être examiné en fonction de l'acceptabilité et du temps de préparation du produit. Ce rapport variera selon le type de grain germé, la température de cuisson et le temps prévu pour que l'action enzymatique se produise.
- La durée de conservation de la farine germée dans les conditions du village doit être étudiée du point de vue de la contamination microbiologique, du rancissement et de l'activité enzymatique. Il faudrait aussi examiner le risque de contamination par l'addition de la farine germée après la cuisson (soit avec ou sans réchauffement).
- Les répercussions économiques de la production de farine germée au niveau des ménages et du village doivent faire l'objet d'études. Les avantages et désavantages économiques doivent être comparés à d'autres méthodes de préparation d'aliments de sevrage. Une telle étude doit inclure le temps nécessaire à la production, les conséquences sur la distribution des aliments entre les familles, ainsi que le coût et les avantages potentiels d'approvisionner les ménages en farine germée prête à utiliser, en particulier dans les régions où la technique de germination est inconnue.
- Il faut plus de recherches sur l'effet de réduction de la viscosité par l'addition de farine germée à la farine ordinaire utilisée dans la préparation de bouillies de sevrage avant la cuisson. Si ce procédé s'avère efficace, il dissiperait les inquiétudes liées à la possibilité de contamination par la farine germée ajoutée après la cuisson aux aliments de sevrage, y introduisant des micro-organismes pathogènes. En favorisant l'utilisation de la farine germée, il faut faire ressortir le changement remarquable qui se produit dans la consistance. Il est recommandé de faire des démonstrations directes du procédé et elles peuvent être réalisées avec des groupes nombreux. Le message promotionnel clé consisterait à faire ressortir que les enfants peuvent consommer de plus grandes quantités d'aliments dans un seul repas. Toutefois, il faudrait prendre la précaution de s'assurer que cela ne détourne pas l'attention de l'importance attachée à la consommation continue de lait maternel.

Séance I

Comment améliorer l'alimentation de l'enfant

Avons-nous aujourd'hui des solutions véritables au problème de la malnutrition des jeunes enfants?

Ted Greiner

Bureau international de la santé des enfants
Université d'Uppsala, S-75185,
Uppsala, Suède

Résumé *Le problème de la nutrition dans les pays en développement peut se diviser en quatre grandes catégories: les carences en micronutriments, la malnutrition liée à l'allaitement maternel et à l'alimentation au biberon, la malnutrition liée à d'autres aspects de l'alimentation des jeunes enfants et la malnutrition de la mère. Aucun progrès notable n'est venu alléger ces problèmes; toutefois, ces derniers dix ou vingt ans, certains progrès ont été faits pour déterminer où l'on pourrait trouver les solutions les plus prometteuses. La troisième catégorie, qui pose le problème de nutrition le plus répandu et le plus difficile à résoudre, fait cependant exception. Le domaine de la nutrition a tellement changé, autant dans son analyse des causes de la malnutrition chez les jeunes enfants que dans ses prescriptions de solutions, qu'il est en train de perdre de la crédibilité dans de nombreux cercles. On peut difficilement dire qu'aujourd'hui il soit sérieusement tenu compte du «facteur de nutrition» dans les plans de développement de la plupart des pays. De nombreuses personnes estiment que les deux technologies dont il a été question à cette conférence — celle de la farine germée et celle de la fermentation — sont bien supérieures à un grand nombre de méthodes employées jusqu'à présent pour améliorer le régime alimentaire du jeune enfant. Si cela s'avère être le cas, il nous sera possible d'espérer que le «facteur de nutrition» puisse alors prendre la place qui lui revient.*

Le domaine de la nutrition risque de souffrir d'une mauvaise réputation. En qualité de nutritionnistes nous recevons une formation poussée; nous participons à des ateliers et des discussions intensives; nous reconnaissons l'importance d'une approche intersectorielle aux causes complexes des problèmes alimentaires et nous nous efforçons de la mettre en oeuvre. Toutefois, où pouvons-nous observer les fruits de ce labeur — de ces activités et de cet investissement? Existe-il, par exemple, des preuves tangibles indiquant que nos efforts permettent de réduire la malnutrition? A-t-on vraiment besoin de nous? J'ai l'impression que le domaine de la nutrition se trouve à un point tournant de son évolution; en tant qu'élément du processus de développement, sa

survie pourrait dépendre d'une étude et d'une diffusion fructueuses des nouvelles technologies dont il a été question à cet atelier.

Les problèmes rencontrés et les progrès réalisés

Pour justifier une assertion aussi sérieuse, je dois d'abord classer les principaux problèmes alimentaires des pays en développement en quatre catégories: les carences en micronutriments, la malnutrition liée à l'allaitement maternel et à l'alimentation au biberon, la malnutrition liée à d'autres aspects de l'alimentation des jeunes enfants et la malnutrition de la mère (autre que la carence en micronutriments).

Bien que presque tous ces problèmes soient étroitement liés à la pauvreté ou à la pénurie de ressources, nous avons tendance à croire qu'ils relèvent de solutions d'ordre purement technique, du moins à court et moyen termes. Avec une bonne planification et des niveaux d'aide financière extérieure satisfaisants, la plupart des pays en développement pourraient éliminer une grande partie de ces problèmes. Les solutions possibles comprennent l'administration de suppléments nutritifs, l'enrichissement des aliments, les interventions en matière agricole ou en matière de jardinage et la formation en nutrition. Il est réconfortant de constater qu'au cours des dernières années certaines organisations — l'ACC/SCN, l'International Vitamin A Consultative Group et l'International Consultative Group on Iodine Deficiency Disorders — ont entrepris de mettre sur pied des programmes concrets de collecte de fonds et, en général, de poursuivre une démarche favorable à la mise en oeuvre de certaines de ces solutions qui auraient dû être adoptées depuis longtemps.

Les solutions potentielles à la malnutrition liée à l'allaitement maternel et à l'alimentation au biberon peuvent se regrouper en trois catégories: protéger l'allaitement maternel là où les traditions sont fortement ancrées; appuyer l'allaitement maternel là où le processus de modernisation menace la confiance traditionnelle portée à cette pratique et encourager l'allaitement maternel dans les régions industrialisées où sa valeur n'est plus appréciée.

Ces dernières années, la protection de la pratique de l'allaitement maternel a connu un certain succès. Ce succès est dû à des initiatives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), du Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), du Code international de commercialisation des substituts du lait maternel et autres — surtout celles de l'UNICEF, de l'International Baby Food Action Network (IBFAN) et de quelques gouvernements nationaux. Toutefois, il est nécessaire de poursuivre les efforts en ce domaine: l'adoption de mesures visant à limiter l'utilisation des biberons, notamment des biberons en plastique, serait une importante initiative.

En ce qui concerne l'«appui», certaines initiatives de formation des travailleurs de la santé sont en cours et des campagnes ont été lancées par des groupes de pression afin d'obtenir pour les femmes qui travaillent de meilleures prestations de maternité. Cependant, le facteur «appui» de ce triangle est toujours négligé: les mères qui allaitent n'ont souvent pour seul

appui concret que celui que leur offrent les groupes de mères bénévoles qui allaitent leurs enfants. Quant aux femmes qui connaissent des problèmes particuliers, l'idéal serait peut-être qu'elles bénéficient de l'appui d'une personne professionnelle de la santé combiné à celui d'une personne conseillère en allaitement maternel, qu'elles soient salariées ou bénévoles. Quoiqu'un peu lente ces derniers un ou deux ans, la propagande en faveur de la pratique de l'allaitement au sein a gagné du terrain dans les pays industrialisés et, récemment, dans certains pays en développement. Pour conclure, disons que nous commençons de déterminer ce qu'il est nécessaire de faire et, dans certains cas, de le faire, mais nous sommes loin de pouvoir dire que nous avons éliminé une grande partie de la malnutrition provoquée par un allaitement au biberon inapproprié.

Les deux dernières catégories de problèmes nutritionnels — la malnutrition liée à l'alimentation des jeunes enfants et la malnutrition de la mère — sont associées à des apports alimentaires insuffisants, bien que les maladies parasitaires et microbiennes jouent souvent un grand rôle. Je crois que l'on peut raisonnablement assumer que le dénominateur commun des gens qui souffrent de tels problèmes est le manque de contrôle sur l'apport alimentaire personnel. Les personnes qui sont vulnérables pour cette raison sont celles qui sont institutionnalisées, celles qui sont trop jeunes pour se nourrir et celles dont les récoltes ou les revenus ne suffisent pas pour les nourrir. Il semble vain de dire aux femmes enceintes qui sont pauvres de manger davantage si elles réduisent délibérément leur ration alimentaire pour que leur nouveau-né soit moins gros et, comme elles le croient, pour faciliter l'accouchement. Toutefois, même en ce qui les concerne, tout comme en ce qui concerne les femmes enceintes à qui nous donnons des suppléments nutritifs, notre objectif concret n'est pas autant d'améliorer l'état nutritionnel de la mère que celui du nouveau-né. Aussi longtemps que les naissances sont suffisamment espacées et que la mère peut subvenir à ses besoins alimentaires, elle finira probablement par retrouver son état nutritionnel. Je ne pense pas qu'une personne saine d'esprit ne mange pas à sa faim parce qu'elle est trop bête pour manger.

Manifestement, la malnutrition maternelle est le plus souvent étroitement liée à la pauvreté et je pense que l'accent que porte le mouvement Femmes et développement sur la génération de revenus et sur la garantie du contrôle des ressources pour les femmes constitue la bonne stratégie à long terme pour résoudre le problème de la malnutrition maternelle. Toutefois, à brève échéance, l'état nutritionnel doit avoir priorité lorsque la femme doit se livrer à un effort physique épuisant pour gagner des revenus.

Les échecs et les espoirs

Bien que l'on sache aujourd'hui assez bien comment traiter les autres catégories de problèmes, les implacables statistiques sur la malnutrition des jeunes enfants continuent de nous hanter à travers les yeux des enfants mourant de faim qu'elles représentent.

Pendant les années 60 et la première moitié des années 70, le domaine de la nutrition a attiré de plus en plus d'attention et mobilisé une gamme impressionnante d'agences donatrices: les organismes des Nations Unies (ONU), les stations de recherche agricole et même l'industrie privée, ont collaboré pour s'attaquer à de nombreux problèmes. La quantité et la qualité protéiques des céréales ont été augmentées; des essais sur les lieux d'enrichissement des aliments avec des acides aminés ont été entrepris; les usines devant produire des aliments de sevrage à forte teneur protéique et à prix concurrentiel ont commencé à apparaître. En 1973, Alan Berg publia *The Nutrition Factor*, qui décrit ces interventions ainsi que d'autres interventions prometteuses en matière de nutrition. L'ouvrage annonçait qu'il était devenu impossible d'ignorer plus longtemps le facteur de nutrition. Le rôle intégral qu'il jouait dans de nombreux aspects du processus de développement exigeait que l'on commence à lui accorder l'attention qu'il méritait dans les plans de développement.

Entretemps, les fondements d'une grande partie de cette entreprise commencèrent à être mis en doute. En 1974, Donald McLaren publia dans *The Lancet* un article intitulé «The great protein fiasco». En des termes aussi provocants que ceux du titre, il rassembla des preuves de plusieurs sources facilement accessibles pour montrer qu'une pure carence protéique n'était simplement pas un problème. Prenez n'importe quel régime alimentaire habituel de quelque région du monde que ce soit, augmentez les quantités mangées au point de couvrir les besoins énergétiques et vous constaterez presque toujours que le «fossé protéique» disparaîtra (les régimes alimentaires à base de manioc sont l'exception; il est important de le savoir dans le contexte actuel car les technologies de germination et de fermentation peuvent augmenter pour de tels régimes les possibilités de couvrir les besoins énergétiques, créant ainsi le potentiel d'une pure carence protéique). Lorsqu'on augmente le contenu protéique d'une alimentation à l'apport énergétique insuffisant, on ne fait, dans une grande mesure, qu'enrichir l'urine en azote! Les protéines excédentaires, relativement coûteuses, sont en grande partie «brûlées» sous forme d'énergie.

Bien qu'à la suite de l'article de McLaren l'attention et le financement aient été discrètement retirés des programmes axés sur les protéines, l'enthousiasme envers les projets de nutrition grandissait. L'analyse des systèmes révéla que les bons types de coopération intersectorielle pourraient donner des solutions, à condition que la volonté politique de catalyser le processus existe. Entretemps, un hiatus commença de se développer dans le domaine de la nutrition à l'échelle internationale. D'une part, ce domaine commençait à avoir de moins en moins de liens avec l'industrie (qui, en coulisses, exerce une grande influence sur la direction de l'aide au développement). Et pire encore, les champions de la libre entreprise voyaient avec horreur les activistes et les officiels des Nations Unies apparemment joindre leurs forces pour accuser l'industrie d'être en partie responsable du déclin de la pratique de l'allaitement maternel (on se demande si cela peut avoir été une bénédiction pour la campagne de vaccination actuelle, à laquelle les compagnies pharmaceutiques, les fabricants de réfrigérateurs, les organismes de développement, les

organismes des Nations Unies et les ministères de la Santé ont tous travaillé de concert vers la réalisation d'un objectif commun).

En tout cas, cet hiatus peut avoir eu pour effet de déplacer l'attention vers les carences en micronutriments. Dans le cas de la malnutrition des jeunes enfants, l'attention s'est de plus en plus centrée sur une meilleure évaluation et un meilleur contrôle de la croissance et de l'état nutritionnel. Il faut reconnaître que les nutritionnistes ont peu d'exemples d'expériences réussies sur lesquelles s'appuyer dans leur recherche de solutions aux problèmes. Les articles de revues scientifiques et les manuels sur le sevrage les plus largement divulgués nous conseillaient de mettre au point des recettes à l'aide des ingrédients locaux et de recommander des bouillies de différents mélanges. Ce qui semblait faire appel à nos compétences pour créer des « régimes alimentaires équilibrés », avec lesquels tous les nutritionnistes et économistes domestiques occidentaux sont familiarisés. Pourquoi ne pas enseigner aux gens à classer les aliments en catégories par ordre d'importance pour réaliser les objectifs de nutrition? Les quadrants alimentaires et les groupes d'aliments furent inclus dans les programmes; ils firent leur apparition dans le matériel d'éducation pour la santé et s'implantèrent même dans des pays où ils n'avaient aucun rapport avec les régimes ou concepts alimentaires locaux. Je souffrais en silence en écoutant le chef d'un département d'éducation sanitaire d'un pays africain; ils semblaient désorientés du fait que malgré le « succès éprouvé » de leur message sur l'éducation alimentaire (les études avaient montré que toutes les mères connaissaient l'importance des trois groupes d'aliments), les niveaux de malnutrition restaient élevés et qu'en fait, ils augmentaient! Quand allons-nous apprendre que ce dont les jeunes enfants des régions souffrant de pénurie de ressources ont besoin, c'est de manger davantage et que tout ce qui détourne l'attention de ce fait est dangereux?

Cela ne veut pas dire que nous devrions donner aux parents des aliments pour nourrir leurs enfants. Pendant longtemps, nous avons trouvé tentante l'idée de pouvoir simplement déplacer la nourriture des régions de surplus (Amérique du Nord et Europe) vers les régions de pénurie. Cependant, nous avons appris progressivement que l'aide alimentaire, lorsqu'elle n'est pas destinée aux cas d'urgence seulement, ne fera probablement qu'aggraver le problème.

Au lieu de cela, nous devons trouver des moyens d'aider les mères pauvres à augmenter la teneur énergétique de l'alimentation de leurs jeunes enfants. Nous devons trouver les moyens d'aider les mères occupées à nourrir plus souvent leurs enfants. Nous devons réduire la fréquence des diarrhées afin que les mères qui vivent dans des milieux septiques puissent aider leurs enfants à mieux conserver ce qu'ils mangent. Nous ne devons pas nous illusionner et penser que le terrible problème de la malnutrition des jeunes enfants pourra être complètement résolu tant que l'on ne donnera pas aux pauvres, et surtout aux femmes, de meilleures chances de gagner leur vie, tant qu'on n'allégera pas un peu l'écrasant fardeau de devoir travailler uniquement pour survivre, qu'on ne les aidera pas à espacer les naissances et qu'on ne leur garantira pas la sécurité de la vieillesse. Mais nous ne devons pas non plus abandonner et

rejoindre ceux qui disent que la nutrition en tant que domaine d'essai n'a rien à offrir. Il n'est pas impossible que cet atelier, qui présente de nouvelles idées sur l'emploi de méthodes traditionnelles de préparation alimentaire pour résoudre les problèmes de l'alimentation des enfants, soit un jour considéré comme un tournant dans le domaine de la nutrition.

Bibliographie

Berg, A. 1973. The nutrition factor: its role in national development. Brookings Institution, Washington, DC. 290 p.

McLaren, D.S. 1974. The great protein fiasco. Lancet, 2(7872), p. 93-96.

L'allaitement maternel, ressource alimentaire négligée pour le sevrage

Janet Bradley, Sandy Baldwin et Helen Armstrong

International Baby Food Action Network Africa
BP 34308, Nairobi, Kenya

Résumé *La pratique de l'allaitement maternel continu peut avoir de grands avantages nutritifs et contribuer à la bonne santé des enfants de six à vingt-quatre mois, une période où ils sont exposés à de grands risques de malnutrition et de maladies récurrentes. La pratique de l'allaitement maternel pendant la période de sevrage a cependant été largement laissée de côté dans la recherche, les statistiques nationales et les programmes de nutrition, qui tous assument trop souvent que l'allaitement maternel prend fin lorsque l'enfant atteint 12 mois ou avant. Trois modes d'allaitement maternel — exclusif, substantiel et symbolique — sont décrits ici. Les planificateurs de la santé sont incités à fixer des objectifs précis aux programmes axés sur l'allaitement maternel et les chercheurs sont encouragés à déterminer les modes d'allaitement maternel et les rations réelles de lait maternel. Des données dispersées sur l'Afrique orientale et australe sont présentées concernant l'incidence de l'allaitement maternel et les volumes de lait durant la deuxième année de vie de l'enfant. Le lait maternel fournit aux jeunes enfants d'importants apports d'énergie, de protéines, de fer, de vitamines A et C et de calcium. Il protège contre les maladies, sert de traitement contre la diarrhée et fournit une alimentation acceptable à l'enfant anorexique. Un allaitement maternel prolongé peut également aider à réguler la fécondité et à favoriser le développement émotionnel de l'enfant. Une discussion des pratiques problématiques actuelles accompagne 13 recommandations visant à encourager, appuyer et protéger efficacement la pratique de l'allaitement maternel dans la deuxième année.*

Le lait maternel est une importante source nutritive et il contribue à la bonne santé des enfants, non seulement après la naissance, mais pendant toute la période de sevrage. Bien que l'importance du lait maternel pour le nouveau-né soit largement reconnue, la pratique de l'allaitement maternel du 12e au 24e mois est trop souvent mal vue ou considérée comme étant relativement peu importante — une expression d'amour, mais non une source d'alimentation ou de protection.

Pour les enfants des pays industrialisés qui sont, dans l'ensemble, nourris convenablement, ont une alimentation variée à la table familiale et vivent dans un milieu relativement sain, l'apport continu de lait maternel peut ne pas être

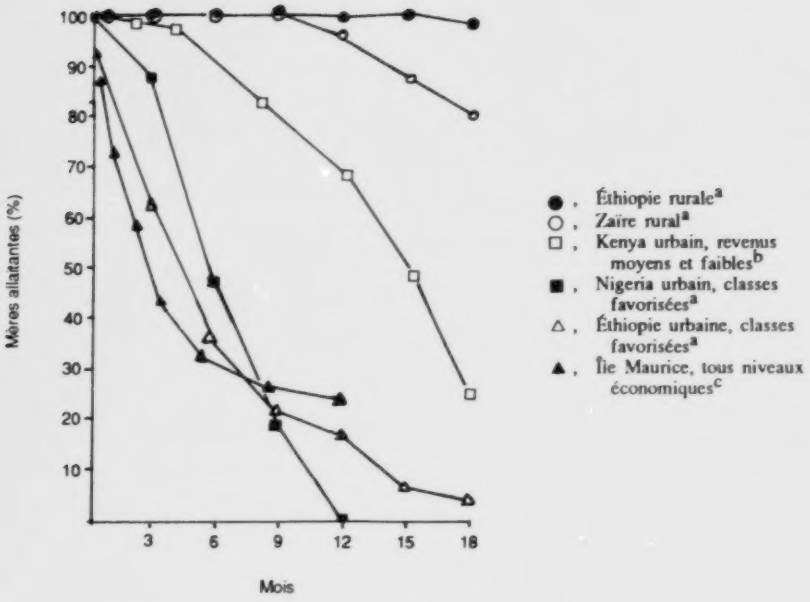

Fig. 1. Pourcentage de mères allaitantes et durée de l'allaitement maternel ([a]OMS 1981; [b]Winikoff et al. 1983; [c]Rajcoomar et Wong 1986).

indispensable pour leur survie et leur développement. Toutefois, pour les enfants des pays en développement, la période de vie de six à 24 mois les expose à de gros risques, car c'est souvent une période de malnutrition et de maladies récurrentes qui ont de graves effets cumulatifs.

Dans de telles conditions, quelle peut être la contribution de l'allaitement maternel à la survie et au développement de l'enfant? Nous suggérons que la valeur du lait maternel après le sixième mois et, en fait, durant les deuxième et troisième années de vie, a été sous-estimée. Par conséquent, la pratique de l'allaitement maternel a été laissée de côté dans la recherche, les statistiques nationales et les programmes de nutrition pratiques. Le déclin continu de la pratique de l'allaitement maternel est trop souvent considéré comme un facteur concomitant inévitable du développement, c'est pourquoi il n'en est pas tenu compte dans la planification de cette ressource alimentaire nationale. Il est pourtant essentiel d'encourager et de protéger l'allaitement maternel pendant toute la deuxième année de chaque enfant, au même titre que tout autre aliment de sevrage essentiel à la croissance et à la santé. Dans le présent

document, nous évaluons les avantages pour la santé que peut apporter la consommation quotidienne et régulière de lait maternel pendant la deuxième année de vie de l'enfant.

La tendance au déclin de l'allaitement maternel constatée dans les pays industrialisés se retrouve également dans les pays en développement, notamment dans les populations urbanisées ou plus instruites; ce déclin a été largement documenté (OMS 1981). Ironiquement, dans les pays industrialisés, l'allaitement a regagné régulièrement du terrain au cours des 30 dernières années, notamment chez les femmes les plus instruites. Autrement dit, alors que le nombre d'enfants nourris au sein dans les classes favorisées du monde augmente, il diminue dans les classes défavorisées, là où l'allaitement maternel peut être une question de vie ou de mort.

Dans de nombreux pays d'Afrique, un haut pourcentage de femmes commencent à allaiter (90 à 100 %) et pourtant les statistiques de la santé publique révèlent de nombreux cas de morbidité et de mortalité liés à la malnutrition des nourrissons et des jeunes enfants; ceci indique qu'en dépit des statistiques satisfaisantes du commencement de l'allaitement, sa durée est souvent abrégée (Fig. 1). Dans notre région, il est plus courant que le mode d'allaitement soit inadéquat: une mère peut répondre « oui » à la question « Allaitez-vous votre enfant? » bien que la ration véritable de lait maternel soit négligeable parce que l'allaitement est pratiqué de manière sporadique.

Définitions

Déclarer qu'une mère « allaite son enfant » sans apporter de précisions ne veut pas dire grand-chose, étant donné la confusion qu'a engendré l'emploi extrêmement varié de cette expression. Parfois elle signifie donner seulement le sein et rien d'autre. À l'extrême opposé, elle est employée pour désigner tout contact de l'enfant avec le sein, indépendamment de la fréquence, de la durée des tétées, de l'efficacité du réflexe de succion et d'éjection du lait ou de toute autre considération. Certains chercheurs placent toujours dans une catégorie d'enfants « nourris au sein » les bébés à qui l'on donne des biberons comme supplément à partir du premier jour (Feinstein et al. 1986), ceux pour qui ce genre de supplément représente moins de 25 % de leur alimentation (Winnikoff et Myers 1987), ou ceux qui sont entièrement retirés du sein dès la deuxième semaine de vie (Gulick 1986). Il n'est alors pas surprenant que certaines études ne révèlent pratiquement pas de différences entre les états nutritionnels ou immunitaires des enfants « nourris au sein » et de ceux qui ne le sont pas. Nous proposons, dans cette communication, de distinguer trois modes d'allaitement maternel: le mode d'allaitement exclusif, le mode d'allaitement substantiel et le mode d'allaitement symbolique.

L'allaitement maternel exclusif signifie donner le sein pour répondre à tous les besoins en nourriture, boisson et succion de l'enfant et peut-être pour le réconforter et le calmer. L'allaitement exclusif signifie qu'il n'est donné à l'enfant aucune autre nourriture, eau ou lait. Il est généralement pratiqué « sur

demande». L'enfant nourri exclusivement au sein passera probablement une heure sur 24 au moins à sucer le sein. Le rythme caractéristique est celui de tétées fréquentes, en général, dix tétées ou plus par 24 heures, de courte ou longue durée, séparées par des intervalles de temps assez courts. Cette pratique a également été décrite comme étant «un allaitement sans restriction» par Newton (1971) et par Lawrence (1985).

Bien que les expressions «allaitement au sein partiel» ou «allaitements au sein et au biberon combinés» soient souvent utilisées par les chercheurs, il est important de faire la différence entre deux modes d'allaitement au sein: l'allaitement substantiel et l'allaitement symbolique.

L'allaitement substantiel signifie donner le sein pour répondre aux besoins de l'enfant, tout en administrant également des suppléments d'aliments solides ou liquides. Le nourrisson de tout âge, nourri substantiellement au lait maternel, aura probablement un rythme de plusieurs tétées le jour et peut-être la nuit et sucera encore le sein pendant au moins une heure. Cependant, dans le cas de l'allaitement au sein substantiel, il est courant qu'il y ait un long intervalle entre les tétées, soit la nuit, soit le jour en l'absence de la mère qui est au travail.

L'allaitement symbolique signifie réduire la fréquence ou la durée des tétées. Lorsqu'une mère est avisée de nourrir son enfant en fonction d'horaires fixes, de le retirer du sein après un certain nombre de minutes, de le garder à une certaine distance et de ne pas répondre à ses cris, alors l'allaitement symbolique prend place avant même l'introduction d'autres aliments ou boissons. En Afrique urbaine, une administration précoce de suppléments accompagne généralement un mode d'allaitement symbolique. Toute perturbation dans les liens affectifs mère-enfant, quelle qu'en soit la raison, peut également encourager un tel mode. L'allaitement symbolique dans les premiers mois est corrélé de manière négative avec la durée de l'allaitement (Savage 1983; Lawrence 1985).

Pendant les deuxième et troisième années, alors que la part des autres aliments augmente, il est possible que l'enfant nourri au sein se désintéresse progressivement de l'allaitement maternel; un lent passage d'un allaitement substantiel à un allaitement symbolique fait naturellement partie du phénomène de sevrage. Le rythme de trois tétées par 24 heures (en général les heures associées au sommeil) a encore de l'importance pour la mère et pour l'enfant, notamment en ce qu'il permet un retour à un allaitement substantiel lorsque l'enfant tombe malade.

Le terme «sevrage» est également imprécis. Il peut signifier «ajouter d'autres aliments au régime du jeune enfant», et aussi «arrêter d'allaiter le jeune enfant». Étant donné que les nutritionnistes mettent aujourd'hui l'accent sur l'allaitement substantiel continu après l'introduction d'autres aliments, il n'est peut-être pas raisonnable d'employer ce mot ambigu de «sevrage». Le mot français «sevrer» comme le mot du kiswahili «kuachisha» ont les mêmes implications malheureuses — que la mise au sein de l'enfant doit se terminer

ou que l'on doit l'éloigner du sein. Tout cela indique que d'autres aliments sont introduits à titre de substituts du lait maternel et non pas comme suppléments. Nous définirions le terme « sevrage » comme étant « l'addition d'autres aliments au lait maternel ». La période pendant laquelle cela prend place est « la période de sevrage ».

Hofvander et Underwood (1987) proposent un diagramme qui présente toutes les étapes du processus: d'abord, l'allaitement complet ou exclusif, ensuite une période de sevrage avec une alimentation complémentaire, et enfin, un arrêt de l'alimentation au sein (Fig. 2a). Nous proposons une division plus poussée, pour faire une distinction entre les modes d'allaitement substantiel et d'allaitement symbolique (Fig. 2b). Toutefois, de tels diagrammes auront peu d'utilité pour les programmes d'éducation pour la santé et autres programmes si les mois ne sont pas stipulés sur l'axe du temps (Fig. 2c). Les discussions sur le moment idéal d'aborder ces différentes étapes aideront les planificateurs nationaux à définir les besoins ainsi que les objectifs des programmes. Nous n'avons pas réussi jusqu'à présent à fixer ces objectifs, ni à expliquer clairement quels modes d'allaitement sont recommandés au 12e, 18e et 24e mois; ce qui explique en partie pourquoi la propagande en faveur de l'allaitement maternel a été inefficace.

Il existe deux périodes précises dont nous pouvons avoir à tenir compte. Dès le début de la période de sevrage, nous devons veiller à ce que les autres aliments ne soient pas employés comme substituts du lait maternel. À une étape ultérieure, nous devons veiller à ce qu'une mère ne donne pas une tétée pour remplacer un repas d'autres aliments.

Les pratiques d'allaitement maternel en Afrique orientale et australe

En Afrique, quel pourcentage de femmes allaitent leurs enfants de manière substantielle, à partir de l'introduction d'autres aliments (idéalement dès six mois) jusqu'à la deuxième année? La durée de la période de sevrage est parfois mesurée, mais il est difficile de trouver des données concrètes. La plupart des compilations, y compris celles du Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), s'arrêtent à 12 mois. Et pourtant, il est probable que la majorité des jeunes enfants de ces régions seront nourris au sein jusque dans leur deuxième année, vu que de 75 à 95 % d'entre eux sont toujours nourris au sein à 12 mois (OMS 1982; Kenya 1983; UNICEF 1987). Les enquêtes nationales menées au Botswana (1985) et au Swaziland (1983) ont donné des pourcentages de 74 et 58 % respectivement. Lorsqu'il existe des données pour notre région concernant les deuxième et troisième années, il convient de les examiner avec prudence. Les méthodologies des diverses études, y compris la sélection d'échantillonnages, ont grandement varié. Dans la Figure 3, nous nous sommes efforcés de regrouper certaines statistiques disponibles. Au Botswana, en Éthiopie, au Kenya, au Swaziland et au Zaïre, la plupart des femmes allaitent encore leur enfant au milieu de sa deuxième année. En Éthiopie, plus de 75 %

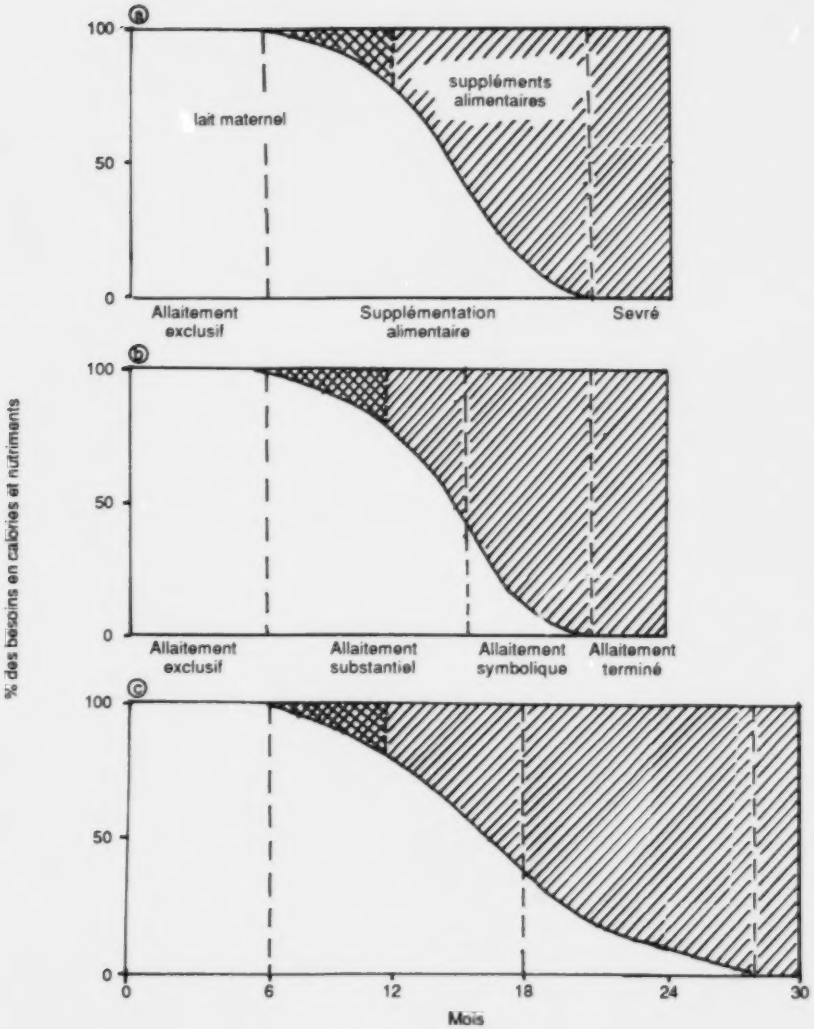

Fig. 2. Étapes de la période d'allaitement maternel : a) diagramme d'Hofvander et Underwood (1987), b) trois modes d'allaitement, et c) un objectif de programme possible.

des mères, même dans les classes urbaines défavorisées, allaitent encore leur enfant lorsque celui-ci atteint deux ans et, dans le Zaïre rural, 60 % le font. Au Kenya, Oniang'o (1986) a constaté que 17 % des femmes rurales avaient nourri un enfant au sein plus de trois ans.

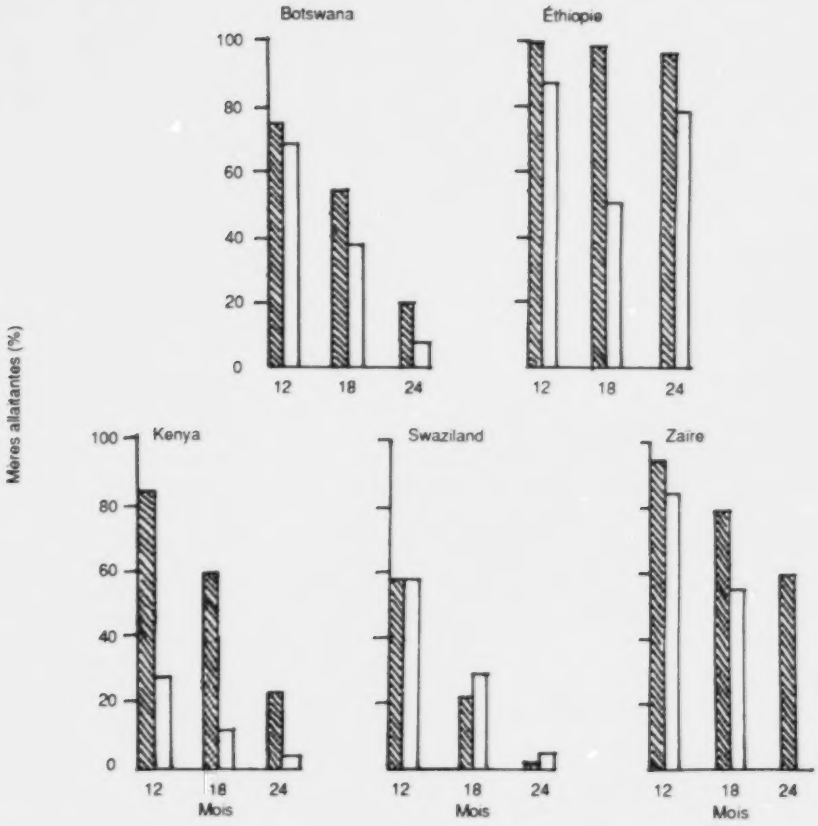

Fig. 3. Pourcentage de mères allaitant au Botswana (Botswana 1984), en Éthiopie (OMS 1981 ; Wolde-Gebriel 1981), au Kenya (Kenya 1978–1979, 1983), au Swaziland (Swaziland 1983) et au Zaïre (Vis et al. 1981 ; OMS 1982).
□ , région urbaine pauvre; ▨ , région rurale.

Les démographes ont estimé que d'ici l'an 2000 un pourcentage croissant de la population africaine vivra en milieu urbain (Anyanwu et Enwonwu 1985). L'urbanisation va-t-elle nécessairement sonner le glas de l'allaitement maternel prolongé? Au Nigeria, il existe un contraste frappant entre les campagnes, où plus de 90% des mères allaitent encore leur enfant à seize mois (OMS 1981) et la banlieue de Lagos où seulement 25% des femmes à revenus moyens et faibles allaitent encore leur enfant à un an (Anyanwu et Enwonwu 1985).

Les travaux de Khan (1980) sur le Bangladesh indiquent toutefois que l'urbanisation n'entraîne pas nécessairement une cessation précoce de

l'allaitement. Il a été observé que la plupart des femmes pauvres de la ville de Dhaka pratiquaient l'allaitement pendant de longues périodes — 90 % à un an, 63 % à deux ans et 15 % à trois ans. Une lactation d'une telle durée n'est pas due à une anomalie physique des femmes du Bangladesh ni à des régimes alimentaires exceptionnellement bons; elle provient de pratiques culturelles établies sur la façon d'élever les enfants. Si le comportement des mères qui pratiquent l'allaitement symbolique changeait, elles seraient capables d'allaiter leur enfant aussi longtemps que les femmes du Bangladesh.

Les volumes de lait maternel

Jusqu'à présent, malheureusement, la plupart des études qui cherchaient à déterminer le niveau d'intensité de l'allaitement au sein dans la deuxième année n'ont pas été plus loin que de poser la simple question « Allaitez-vous votre enfant, oui ou non? ». Vis et al. (1981), dans une étude plus détaillée sur Kivu au Zaïre, ont déterminé le nombre de tétées par 24 heures et mesuré les volumes de lait par 24 heures chez 245 mères. Ils ont constaté une uniformité remarquable dans le nombre de tétées — 12 à 14 par jour pendant les deux premières années — et, par conséquent, une moyenne élevée de production de lait pendant toute la durée de la période (Fig. 4).

En traçant les courbes séparées des tétées de jour et des tétées de nuit pour la région du Machakos rural, au Kenya, van Steenbergen et al. (1984) ont montré que chez les femmes très actives employées aux travaux agricoles, le nombre des tétées de nuit dépassait celui des tétées de jour à partir du cinquième mois. Les enfants de Machakos âgés de cinq à 21 mois recevaient un plus grand volume de lait maternel pendant les tétées de nuit que les tétées de jour (Fig. 4). Vis et van Steenbergen ont tous deux remarqué que la production de lait subissait des variations saisonnières. À Machakos, pendant la saison des moissons, elle était plus élevée et corrélée avec une fréquence et une durée accrues des tétées et avec un plus grand nombre de minutes de succion par jour.

Vis et al. (1981) ont montré qu'en raison du mode continu d'allaitement maternel substantiel chez les femmes des régions rurales du Zaïre, les productions moyennes de lait maternel déclinaient très peu, passant de 517 g par jour à un mois à 473 g par jour à 24 mois. Becroft (1967), dans une étude sur la Nouvelle-Guinée, a constaté que les femmes ayant des enfants de deux ans produisaient 560 mL par jour. Dans une étude sur le Bangladesh, on a constaté que les enfants de 12 à 17 mois recevaient près de 600 mL de lait maternel par jour (Roy et al. 1984).

Il a souvent été dit que les femmes mal alimentées ne pouvaient allaiter leur enfant. Pourtant, des études ont montré que ces mères pouvaient produire jusqu'à 700 mL de lait par jour pendant les six premiers mois et de 300 à 500 mL pendant la deuxième année (Jelliffe et Jelliffe 1978). À Machakos, pendant la maigre saison d'avant la moisson, van Steenbergen et al. (1984) ont trouvé que la production moyenne de lait maternel pour les nourrissons de

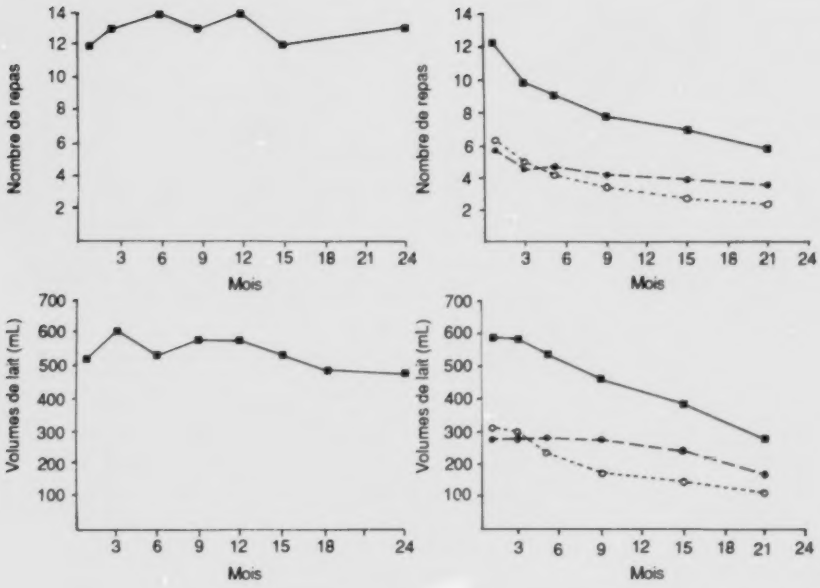

Fig. 4. Nombre total de tétées et volumes de lait par 24 heures dans le Zaïre rural, à gauche (adapté de Vis et al. 1981) et dans le Kenya rural, à droite (adapté de van Steenbergen et al. 1984).

● , la nuit ; ○ , le jour ; ■ , au total.

12 à 17 mois était de 405 mL par jour. Pareillement, Whitehead (1985) a trouvé que les mères gambiennes «nourries de manière précaire» ayant des nourrissons de 18 mois produisaient de 400 à 500 mL de lait par jour. En l'absence presque complète de toute autre nourriture, le lait maternel s'avère être une source irremplaçable de nutrition, spécialement créée pour le membre de la famille le plus vulnérable, l'enfant de deux ans ou moins.

Les mères peuvent fournir le lait maternel à leurs enfants pendant de longues périodes sans souffrir elles-mêmes de carences alimentaires. En Côte-d'Ivoire, les mères des régions rurales qui ont allaité leurs enfants pendant 23 mois et qui s'alimentaient principalement de patates douces, de plantain et de manioc, n'ont pas présenté des variations de poids pendant toute la période, entraînant Lauber et Reinhardt (1979) à constater: «Ces résultats appuient

l'hypothèse qu'une lactation prolongée n'a pas d'effet défavorable sur l'état nutritionnel de la mère». Néanmoins, lors de l'établissement de politiques nationales de nutrition, il ne faut pas oublier les besoins alimentaires accrus des femmes allaitantes, qui sont plus grands que ceux des femmes enceintes.

Importance alimentaire du lait maternel

Le lait maternel ne semble pas avoir été perçu comme étant une composante essentielle du régime alimentaire de l'enfant passé six mois, peut-être parce que la recherche s'est largement intéressée aux mères ayant pratiqué un allaitement de courte durée. Des expressions telles que «succion non alimentaire» (Bowlby 1969) sont trompeuses: dans une relation d'allaitement établie, le lait s'écoule chaque fois que l'enfant suce le sein et même une ration de 100 mL par jour a une valeur nutritive.

Les travailleurs de la santé, qui sont formés dans un système qui ne tient pas compte de la valeur nutritive du lait maternel passé six mois, ont souvent remarqué que, dès la deuxième année, le lait doit être «clair», «faible» ou avoir une composition modifiée d'une façon ou d'une autre. Cette erreur peut venir de l'emploi d'un matériel de formation inexact qui indique que le lait maternel devient «inapproprié» au bout du sixième mois: ce matériel n'explique pas que cette «insuffisance» s'applique seulement à la quantité et non à la qualité du lait qui demeure excellente. Helsing et King (1982) conseillent vivement de corriger cette erreur répandue:

> Il est essentiel de comprendre et d'enseigner clairement que parce qu'un nourrisson a besoin d'un supplément ... cela ne signifie pas que la quantité de lait maternel produite a diminué et cela ne signifie pas que l'allaitement maternel ne convient plus; cela ne signifie pas non plus que l'allaitement maternel devrait prendre fin. Cela signifie que la quantité de lait qui peut être produite a atteint sa limite supérieure et qu'elle n'augmentera plus ... Le volume de lait restera le même pendant une longue période, à condition que l'enfant soit mis au sein aussi souvent qu'avant ... Le lait est toujours d'excellente qualité et il continue de jouer un rôle des plus importants dans le régime du jeune enfant. Le lait maternel demeure également la source la plus importante de protéines de bonne qualité, de vitamines et d'autres nutriments. Tout ce dont l'enfant a besoin c'est d'un apport protéique et énergétique supplémentaire. [Traduction]

Valeur énergétique

Une étude portant sur des enfants ougandais de la naissance à 36 mois (Rutishauser 1974) a examiné les facteurs qui jouent un rôle dans le faible apport énergétique. Parmi ceux-ci on trouve l'inappétence, la fréquence des infections, la consommation d'aliments à faible valeur énergétique, le nombre insuffisant des repas et la réduction de l'allaitement au sein. Un effort a été fait pour augmenter la fréquence des repas avec des aliments de sevrage tradi-

tionnels. Il s'est avéré infructueux. Le gros volume et la faible valeur énergétique des aliments traditionnels signifiaient qu'il n'était en général pas possible d'augmenter l'apport énergétique quotidien avec ces aliments. Bien que le besoin d'aliments de sevrage à grand apport énergétique ait été évident, il a été démontré que la valeur énergétique du lait maternel, avec 70 kcal par 100 mL, était deux fois supérieure à celle des bouillies de sevrage courantes dans cette région. Rutishauser en conclut que le lait maternel, avec son grand apport énergétique, est indispensable à la bonne croissance de l'enfant.

En ce qui concerne l'apport énergétique, une différence considérable a été constatée entre les enfants nourris au sein et ceux qui ne le sont pas pendant leur deuxième année de vie. Les enfants nourris au sein de 13 à 18 mois recevaient un apport énergétique de 25% plus élevé que les autres. Chez les enfants plus âgés, l'apport énergétique était de 17% supérieur chez les enfants nourris au sein que chez les autres. Rutishauser a également trouvé que même en augmentant de 60% la ration d'autres aliments après avoir arrêté l'allaitement maternel, cela ne suffisait pas à compenser l'apport énergétique précédemment fourni par le lait maternel, les enfants ainsi sevrés présentant un déficit énergétique de 28% (Tableau 1).

Une relation semblable entre l'apport énergétique et l'allaitement maternel continu a été constatée à Machakos au Kenya, notamment chez les enfants de 18 à 23 mois (van Steenbergen 1981). L'apport calorique quotidien reçu par les enfants nourris au sein équivalait à 108% de l'apport calorique quotidien recommandé (AC), les enfants non nourris au sein ne recevant que 84% de l'AC. Les autres variables n'ont pas permis de constater d'association précise avec l'apport énergétique de l'enfant: ces variables comprenaient la source des principaux aliments consommés (soit achetés, soit produits à la maison), la taille de la famille, le sexe de l'enfant, la présence ou l'absence du père, l'état matrimonial de la mère et le pourcentage de temps passé à la maison. Par ailleurs, il existait manifestement une relation entre l'apport énergétique et l'allaitement maternel. Cette étude a également permis de constater que le lait maternel pouvait fournir près de 50% de l'AC des enfants de sept à 18 mois et plus de 10% de l'AC des enfants de 19 à 36 mois (van Steenbergen et al. 1984).

Tableau 1. Apport énergétique (%) reçu par les enfants nourris au sein et les enfants non nourris au sein dans leur deuxième année.

	Nourris au sein	Non nourris au sein
Lait maternel	53	–
Lait de vache	5	13
Sucre et céréales	7	14
Aliments de base	20	26
Autres aliments	15	19
Déficit énergétique	–	28

Source: Rutishauser (1974).

Selon Behar (1986), « il faudrait prêter une attention particulière aux protéines, au fer et aux vitamines A et C, des nutriments qui, a-t-on constaté, manquaient fréquemment dans le régime alimentaire des jeunes enfants. » Une alimentation au sein continue fournit une grande quantité de tous ces nutriments indispensables. En nous appuyant sur les chiffres de la ration recommandée par Cameron et Hofvander (1983), nous avons trouvé qu'avec 500 mL de lait maternel, un enfant de un à deux ans obtiendrait les pourcentages suivants de ses besoins alimentaires: énergie, 31 %; protéines, 38 %; vitamine A, 100 %; vitamine C, 95 %; calcium, 44 %.

Les protéines

Il existe une certaine variation dans les niveaux protéiques du lait maternel d'un moment du jour à un autre, du début d'une tétée à la fin et d'une mère à l'autre. Le changement peut-être le plus remarquable est la réduction des hauts niveaux protéiques du colostrum, alors que se poursuit la pratique d'allaitement. Une estimation largement utilisée de niveau protéique est 1,07 g par 100 mL (Cameron et Hofvander 1983). Il convient de noter que la protéine du lait maternel est considérée comme une protéine de référence; peu d'aliments sont aussi bien absorbés par l'organisme (Helsing et King 1982).

Les études sur les protéines et la lactation prolongée sont peu nombreuses mais, en Côte-d'Ivoire, des chercheurs ont trouvé qu'après une baisse initiale des plus hauts niveaux, un niveau assez stable de 0,96 g par 100 mL était atteint au cours de 23 mois d'allaitement. Ce niveau était comparable à celui qui a été trouvé dans les études réalisées en Éthiopie, au Nigeria et au Zaïre; Lauber et Reinhardt (1979) ont conclu que la composition du lait autant en protéines qu'en lipides « demeurait pratiquement constante au cours de 23 mois de lactation ».

En examinant les enfants ougandais nourris au sein et qui reçoivent des aliments complémentaires, Rutishauser et Whitehead (1972) ont constaté que leur ration protéique moyenne était de 2,2 g par kg de poids corporel pendant leur deuxième année. Au Kenya, à Machakos, les enfants de 13 à 18 mois recevaient du lait maternel et d'autres sources une ration protéique de 2,2 g par kg de poids corporel. La quantité protéique fournie par le lait maternel chez les enfants de cet âge variait en moyenne de 4,25 g par jour pendant la morte saison, à 5 g pendant la saison des moissons (van Steenbergen 1984).

Le fer

Tout comme les autres laits, le lait maternel n'est pas riche en fer. Sa teneur en fer varie de 0,8 mg/L (Cameron et Hofvander 1983) à 1 mg/L (Lawrence 1985) à 2 mg/L (Latham 1979). L'anémie due à la déficience de fer est rare chez les jeunes nourrissons exclusivement nourris au lait maternel. Cependant, des études épidémiologiques n'ont pas encore été entreprises pour comparer les taux d'anémie entre les enfants de un à deux ans nourris

substantiellement au sein et les enfants du même âge non nourris au sein dans les pays en développement.

Le fer du lait maternel est absorbé à 49 %, un pourcentage d'absorption bien supérieur à celui de la plupart des autres sources alimentaires (McMillan et al. 1976; Lawrence 1985). On suppose que de nombreux éléments du lait humain, y compris la vitamine C et le lactose, favorisent l'absorption du fer et que l'acide folique, la vitamine E et le cuivre dans le lait humain contribuent également à prévenir l'anémie (LLLI 1975).

Si nous utilisons la teneur en fer estimée par Latham, 500 mL de lait humain contiennent 1 mg de fer. L'absorption de 49 % de cette quantité couvrirait environ 50 % des besoins quotidiens en fer absorbé pour les enfants de un à deux ans. La ration habituelle recommandée, de 10 mg, suppose que seulement 10 % (c.-à-d. 1 mg) seront réellement absorbés.

La vitamine A

Les concentrations en vitamine A dans le lait maternel peuvent varier selon l'alimentation de la mère et légèrement diminuer avec une lactation prolongée (Anon. 1985). Le lait maternel constitue néanmoins une excellente source de cette vitamine (Berg et Brems 1986). Lorsque les niveaux en vitamine A sont faibles chez la mère, un supplément oral de 200 000 UI tous les quatre à six mois est recommandé. Un volume de 500 mL de lait maternel couvre 100 % des besoins quotidiens en vitamine A des enfants dans leur deuxième année de vie.

Le lait maternel protège les nourrissons contre la xérophtalmie, même en l'absence d'un niveau de vitamine A optimal chez la mère. Comme on l'a déclaré dans *Dialogue on Diarrhoea* (Anon. 1985): « Même sans donner un supplément de vitamine A à la mère, le risque de xérophtalmie chez les enfants de moins de deux ans qui ne sont pas nourris au sein est néanmoins six à huit fois supérieur que chez les enfants nourris avec du lait maternel. »

L'alimentation au sein substantielle et prolongée assure une protection qui se prolonge même après la cessation de l'allaitement. West et al. (1986) ont montré un risque réduit de xérophtalmie chez les enfants de deux à six ans du Malawi qui ont été nourris exclusivement au sein plus longtemps et qui ont eu une période de sevrage plus longue. Il était plus de trois fois plus probable que les enfants présentant une xérophtalmie entre 24 et 47 mois aient été retirés du sein avant 24 mois, par comparaison avec les enfants ne souffrant pas de xérophtalmie.

La vitamine C

Un volume quotidien de 500 mL de lait maternel fournit 19 mg de vitamine C, 95 % de la quantité dont les enfants ont besoin dans leur deuxième année. Les recommandations relatives au sevrage qui incitent les parents à acheter des agrumes et des boissons contenant de la vitamine C ne sont pas

nécessaires dans le cas des enfants nourris substantiellement au sein. Des études effectuées en Finlande (Salmenpera 1984) montrent que les concentrations en vitamine C dans le lait maternel à 12 mois sont 3,3 fois supérieures aux concentrations plasmatiques de la mère. Dans ces études, les bébés nourris exclusivement au sein présentaient de plus grandes concentrations de vitamine C à 12 mois (taux sérique moyen de 1,43 mg par 100 mL) que les bébés nourris avec des formules enrichies avec de la vitamine C, des fruits et des légumes (taux sérique moyen, 1,02 mg par mL). Lorsque les concentrations plasmatiques de vitamine C de la mère étaient inférieures à la normale (0,6 mg par 100 mL), les concentrations plasmatiques du nourrisson étaient généralement six à 12 fois supérieures à celles de la mère, ce qui montre que les concentrations plasmatiques de la mère avaient seulement un effet limité sur celles du nourrisson.

Karra et al. (1986) ont trouvé que les ratios de vitamine C lait/plasma augmentaient du premier au sixième mois pour ensuite se stabiliser jusqu'au 24e mois de lactation. Les sujets de l'étude avaient en moyenne de 5,5 tétées par jour (allaitement substantiel) à sept mois à 1,5 tétée par jour à 24 mois. Les niveaux de vitamine C ont augmenté dans certains laits maternels pendant les deux derniers mois de l'allaitement, indiquant que le mode d'allaitement symbolique peut avoir un effet sur des niveaux de certains nutriments.

L'enfant allaité au sein qui souffre de malnutrition

Avec tous les avantages nutritifs qu'offre l'allaitement maternel prolongé, pourquoi certaines études ont-elles permis de trouver une association entre l'allaitement prolongé et la malnutrition? Victora et al. (1984) ont constaté qu'au Brésil les enfants qui étaient nourris au sein passé 12 mois présentaient un plus grand taux de malnutrition. Au Kenya, les enfants nourris au sein au-delà de 16 mois ont également présenté de plus hauts pourcentages de malnutrition que ceux qui ont été retirés du sein, tandis que ceux qui étaient nourris au sein jusqu'à 15 mois ont démontré un avantage par rapport à ceux qui n'avaient pas été nourris au sein (Kenya 1984).

Ces études n'ont cependant pas recueilli de données sur la fréquence des tétées, sur le mode général d'allaitement ou sur le volume de lait maternel absorbé. Elles n'ont pas étudié la valeur des autres aliments donnés à l'enfant et n'ont pas non plus été corrigées en fonction des facteurs socio-économiques et autres. Il est possible que les femmes pratiquent l'allaitement pour des raisons économiques ou autres, lorsqu'elles n'ont presque rien d'autre à offrir à leur enfant; l'administration d'un supplément est alors retardée ou minime. Une étude du bureau central des statistiques du Kenya (Kenya 1977) a conclu que « l'allaitement en soi n'est pas en cause et qu'il apporte une contribution positive au régime alimentaire. »

Johnson et Zeitlin (1984) ont constaté au Mexique un autre facteur possible. Les mères, troublées par de nombreuses responsabilités, en arrivent à un certain point à manifester de l'impatience à l'égard de l'allaitement ainsi que

de tout autre mode d'alimentation qui exige leur attention personnelle. Dans certains cas, elles établiront des liens affectifs avec un enfant et en négligeront un autre. Dans ces circonstances, seuls les enfants capables de se nourrir eux-mêmes mangeront à leur faim et ceux qui dépendent toujours du sein n'auront droit qu'à des tétées symboliques.

Le lait maternel et la maladie

La valeur de protection

Le lait maternel contient des éléments protecteurs que l'on ne trouve pas dans d'autres sources. Ces éléments sont adaptés aux besoins de l'enfant et à l'étape de la lactation. Un enfant retiré du sein peut tomber malade et le rester plus longtemps, pas dans tous les cas parce que la mère ne prépare pas les autres laits avec suffisamment de soin, mais souvent parce que ces substituts ne réussissent pas à protéger l'enfant pendant cette période où il est vulnérable, de la naissance à deux ans. Les études des pays industrialisés indiquent que les bébés retirés du sein sont plus fréquemment malades, même s'ils sont nourris avec des formules non contaminées (Cunningham 1977; Koopman et al. 1985).

Le lait humain contient des cellules vivantes, à la fois macrophages et lymphocytes et il transporte également divers éléments humoraux protecteurs: on en trouve un qui favorise la croissance du *Lactobacillus bifidus* dans l'intestin, un facteur de résistance au staphylocoque, l'interféron, la lactoferrine (qui inhibe la croissance de l'*Escherichia coli* en se fixant au fer) et le lysozyme qui agit contre les bactéries intestinales. Le lysozyme, un facteur antimicrobien non spécifique, est présent en fortes concentrations dans le lait, par comparaison avec les concentrations sériques de la mère. Les taux de lysozyme s'élèvent à partir du deuxième mois de la lactation et dans certains échantillonnages, ils ont atteint des niveaux dépassant ceux du colostrum à environ 12 mois (Peitersen et al. 1975). Goldman et al. (1983) ont constaté d'abord une augmentation des taux de lysozyme à partir du 12e jusqu'au 25e mois et ensuite une baisse; ils ont trouvé une augmentation continue des taux de lactoferrine. Il est évident que des études plus approfondies en la matière sont nécessaires.

Le lait maternel fournit aussi au jeune enfant toutes les classes d'immunoglobulines, notamment l'IgA. Les premières études sur le sujet ont permis de constater un niveau élevé d'immunoglobulines dans le colostrum, niveau qui diminue brusquement au cours des 15 premiers jours et ensuite plus lentement jusqu'au 16e mois. Lorsque les études sur le lait maternel étaient limitées aux six premiers mois, il semblait raisonnable de supposer que la protection conférée par le lait maternel en cas d'allaitement prolongé devait être négligeable. Toutefois, des études ultérieures sur la lactation prolongée ont montré que les taux d'immunoglobulines augmentaient à partir du sixième mois et par la suite, en réponse apparemment aux volumes décroissants de lait produit. À environ 20 mois, l'IgA et l'IgG se rapprochaient des niveaux trouvés dans la deuxième semaine du postpartum (Peitersen et al. 1975).

Les anticorps contenus dans le lait maternel sont spécialement adaptés aux besoins de protection de l'enfant. Une mère exposée à l'infection via le tractus gastro-intestinal ou les voies respiratoires montrera dans son lait la présence d'anticorps spécifiques à cette infection (Minchin 1985). Pendant la période d'allaitement, il existe un lien entre la mère et l'enfant qui n'est pas seulement d'ordre affectif mais également immunologique.

Les maladies diarrhéiques

Un allaitement continu peut grandement contribuer à prévenir les diarrhées chez les jeunes enfants de n'importe quelle classe socio-économique. Feachem et Koblinsky (1984), après avoir analysé 35 études de morbidité due à la diarrhée, ont conclu que « les données ... ne permettent pas de supposer que les risques relatifs de diarrhée chez les enfants nourris au biberon soient moins grands dans les familles des classes favorisées. »

Toutefois, dans de nombreuses études, il n'a pas été montré que l'allaitement maternel joue un rôle protecteur passé les 12 premiers mois; en fait, certaines études établissent une corrélation entre un allaitement prolongé et des fréquences légèrement plus grandes de diarrhée. Cependant, tout comme les études sur la nutrition, ces études ne font aucune distinction entre l'allaitement substantiel et l'allaitement symbolique et elles ne contrôlent pas non plus d'autres facteurs comme la quantité de lait absorbée, la quantité et la valeur nutritive des aliments administrés comme suppléments, le caractère adéquat du mode de croissance, les infections concurrentes, le niveau de scolarité de la mère et l'hygiène familiale.

D'autres études ont en fait trouvé que l'allaitement prolongé jouait un rôle de protection. Clemens et al. (1986) déclarent: « Le haut niveau de protection contre la shigellose grave était évident chez les enfants nourris au sein jusqu'à 35 mois. » Le Page et al. (1981), dans une étude effectuée dans un hôpital de Kigali au Rwanda et portant sur 2 339 enfants, conclurent que l'effet protecteur de l'alimentation au sein ne se limite pas à la première année. Pour trois catégories de maladies, les taux de mortalité étaient considérablement inférieurs chez les enfants nourris au sein que chez ceux complètement retirés du sein soit la rougeole, les maladies diarrhéiques et les infections aiguës des voies respiratoires inférieures. Cet avantage a été observé dans tous les groupes d'âge étudiés, y compris les enfants ayant jusqu'à 24 mois.

Lorsque la diarrhée se produit, l'allaitement au sein joue également un rôle essentiel dans la thérapie de réhydratation orale (Tripp et al. 1979; Khin-Maung-U et al. 1985). Le rétablissement d'une lactation substantielle a été intégré dans le traitement de la diarrhée pendant les années 60 à l'hôpital Mulago de Kampala (Jelliffe et Jelliffe 1978) et à Nairobi pendant les années 80 (J. Turkish, communication personnelle). Toutefois, il ne s'agit pas encore d'une pratique répandue: dans certaines collectivités de notre région, allaiter un enfant lorsqu'il est malade ou qu'il a la diarrhée peut ne pas être socialement accepté; les pratiques hospitalières qui excluent les mères des

unités pédiatriques, sauf à des heures de visite limitées, peuvent également empêcher la pratique de l'allaitement.

Parce que la production de lait maternel dépend de la stimulation de la succion, il est possible que dans les hôpitaux où l'on insiste sur le retrait du sein des enfants malades, non seulement on retarde la guérison de l'enfant mais que l'on provoque aussi le tarissement du lait maternel. À l'île Maurice, Rajcoomar et Wong (1986) ont trouvé que 7 % des femmes qui ont arrêté d'allaiter leur enfant l'avaient fait parce que leur enfant était malade et 25 % d'entre elles sur les conseils de professionnels de la santé. Si l'allaitement est interrompu en raison d'une maladie de l'enfant, notamment si sa pratique est interrompue chaque fois que l'enfant a la diarrhée, cette importante nourriture deviendra bien rapidement moins disponible à l'enfant au moment où il ou elle est le plus vulnérable (Anon. 1983).

Roy et al. (1984) sont parmi les chercheurs qui ont vérifié qu'avec un allaitement substantiel prolongé (environ 600 mL par jour) les enfants âgés de 12 à 17 mois n'avaient pas besoin de suppléments hydriques pendant la thérapie de réhydratation orale. Les nutritionnistes sont conscients, alors que de nombreux travailleurs de la santé peuvent ne pas l'être, que chaque administration d'eau de la naissance et ultérieurement se substitue à une alimentation plus nourrissante qui contient des nutriments nécessaires à la croissance. Pendant les maladies diarrhéiques, donner de l'eau à l'enfant au lieu du lait maternel riche en nutriments peut entraîner une perte de poids plus grande que nécessaire.

L'anorexie

L'anorexie peut contribuer à aggraver des maladies relativement bénignes. Toutefois, un enfant malade va toujours chercher du réconfort auprès du sein maternel, même s'il ou elle ne se laisse pas tenter par d'autres aliments (Brewster 1979; Bumgarner 1980). Lorsqu'on ne les en empêche pas, les enfants malades vont généralement augmenter la fréquence de leurs tétées, accroissant ainsi la production de lait maternel. Les enfants hospitalisés auxquels l'allaitement sur demande le jour et la nuit a été permis vont stimuler une importante sécrétion de lait avec leurs succions fréquentes. Si tous les établissements pédiatriques incitaient les mères à être présentes 24 heures sur 24 et à allaiter leur enfant chaque fois que celui-ci le désire, on pourrait peut-être constater une réduction considérable des pertes de poids dues à la maladie, des cas d'anorexie concomitante et du besoin subséquent d'une croissance de « rattrapage » importante. Toutefois, dans ces situations, les mères sont en fait rarement informées des effets protecteurs et curatifs du lait maternel, ni du processus de rétablissement d'une lactation substantielle.

Une étude de Hoyle et al. (1980) sur le Bangladesh a comparé la ration alimentaire normale des enfants de six à 35 mois à celle d'un groupe équivalent d'enfants hospitalisés pour cause de diarrhée. En général, chez les enfants malades, l'apport énergétique avait diminué de 40 %. Par contre, l'apport

énergétique du lait maternel chez ceux qui étaient substantiellement nourris au sein (fréquence moyenne, 11 fois par jour) avait peu diminué. Le lait maternel a fourni de 62 à 81 % de l'apport calorique aux enfants malades, le plus haut pourcentage étant celui des mères qui avaient été informées par le personnel des besoins nutritifs accrus des enfants ayant la diarrhée. Bien qu'une alimentation de sevrage spécialement préparée à partir d'ingrédients locaux ait été servie (riz, « dhal », citrouille, sucre et huile), l'allaitement continu a fourni 2,5 fois plus de protéines aux enfants malades.

Il en fut conclu que pendant des épisodes aigus de diarrhée, l'allaitement substantiel continu permettait de protéger l'enfant contre les réductions des apports protéiques et caloriques et confirmé que les enfants anorexiques acceptaient de consommer des liquides sous la forme du lait maternel. Une étude ultérieure a également démontré que d'allaiter l'enfant qui souffre de diarrhée réduit le nombre et le volume des selles diarrhéiques (Khin-Maung-U et al. 1985). Rohde (1974) a également souligné que la protéine de haute valeur biologique qu'apporte le lait maternel à l'enfant anorexique peut l'aider à retrouver son appétit pour les indispensables aliments glucidiques.

L'allaitement continu pendant toute la deuxième année contribue à prévenir les maladies et joue un rôle thérapeutique, notamment dans les collectivités où le lait maternel constitue la principale source fiable d'énergie et de protéine à haute valeur biologique. Même lorsque l'allaitement a été réduit pour atteindre des niveaux symboliques d'une ou deux tétées par jour, la mère informée peut rétablir un écoulement abondant de lait lorsqu'elle est motivée par la connaissance que son lait joue un rôle considérable dans la guérison de son enfant et lorsqu'elle y est encouragée par des pratiques thérapeutiques appropriées du milieu hospitalier.

La régulation de la fécondité

Il est aujourd'hui clairement reconnu que la pratique de l'allaitement maternel, en prolongeant la période anovulatoire du postpartum, contribue grandement à espacer les naissances et à réguler la fertilité. L'augmentation de l'intervalle entre les naissances a des conséquences positives sur la santé de la mère ainsi que sur la santé et le développement de l'enfant. L'alimentation au sein, une méthode naturelle d'espacement des naissances qui ne coûte rien et qui est à la disposition de toutes les femmes, est responsable d'un « plus grand espacement des grossesses que toute autre technique ou méthode actuellement utilisée » (Carballo et Marin-Lira 1984).

La réduction de la durée de l'allaitement constatée dans de nombreux pays industrialisés, notamment dans les populations urbaines, a des conséquences énormes en termes de fécondité maternelle accrue (Lesthaeghe et al. 1981; McCann et al. 1981; Mosley et al. 1982; Short 1984). Si les périodes d'aménorrhée lactationnelle étaient réduites, il serait nécessaire d'augmenter considérablement l'usage des contraceptifs pour maintenir la fertilité à son niveau actuel dans de nombreux pays en développement (McCann et al. 1981). Le

Bangladesh et le Kenya sont deux exemples de pays où il serait nécessaire d'apporter des changements considérables aux pratiques anticonceptionnelles pour contrebalancer les effets de la réduction de la durée de l'allaitement maternel. Au Kenya, si l'aménorrhée postpartum se réduisait à une période de deux mois, il en résulterait une augmentation des taux de fertilité de 25 % (Mosley et al. 1982).

Les études qui explorent la relation entre les modes d'allaitement au sein et l'aménorrhée ont démontré que la fréquence de la succion, les tétées de nuit et le temps choisi pour administrer des suppléments étaient les facteurs les plus importants influant sur le maintien de l'aménorrhée (Gross et Eastman 1985; Elias 1986; Huffman 1986). Selon l'étude de l'OMS (1981), 85 % de la variabilité en ce qui a trait au retour de la menstruation ont été attribués aux différences entre les pratiques d'allaitement. Chez les femmes du Bangladesh rural, Huffman et al. (1980) ont trouvé que pendant la deuxième année du postpartum, le nombre de tétées dans une période de huit heures était maintenu à cinq ou six. Ces femmes nourrissaient leur bébé au sein, dormaient avec eux la nuit et supplémentaient le lait maternel, en général après une période initiale de six mois d'allaitement exclusif; elles ont été aménorrhéiques pendant une période allant jusqu'à 20 mois.

Pareillement, au Zaïre, lorsque les femmes allaitaient pendant plus de deux ans en moyenne, Huffman (1986) a constaté que seulement 10 % des mères dont les jeunes enfants suçaient le sein plus de dix fois par jour montraient des signes d'ovulation. Il a également été suggéré que la longueur du plus long intervalle entre les tétées (par exemple, pendant les heures de sommeil ou pendant les périodes où la mère est séparée de son enfant) constitue peut-être une importante variable ayant un effet direct sur la durée de l'aménorrhée (Greiner 1985).

Pendant l'aménorrhée, le risque de conception est grandement diminué. Environ 2 à 8 % des femmes allaitantes qui sont aménorrhéiques et n'utilisent pas d'autres méthodes de contraception concevront, ce qui démontre que la protection que confère la lactation est aussi efficace que d'autres méthodes anticonceptionnelles utilisées dans les pays en développement (Short 1984; Greiner 1985).

L'allaitement qui permet de retarder la possibilité de grossesse est de la plus grande importance lorsque d'autres méthodes ne sont pas largement acceptées comme, par exemple, au Kenya et au Zaïre. Au Zaïre, du 12e au 17e mois du postpartum, jusqu'à 60 % des femmes n'allaitant pas étaient enceintes, contre seulement 5 % des mères allaitantes (OMS 1981).

Bien que l'effet de l'allaitement sur les niveaux de fécondité soit important, peu de programmes de planification familiale enseignent aujourd'hui aux mères comment utiliser l'allaitement pour renforcer leur protection contre une nouvelle grossesse. Il est particulièrement important d'enseigner aux femmes d'utiliser l'allaitement maternel comme méthode anticonceptionnelle dans les sociétés où seules les méthodes anticonceptionnelles naturelles sont acceptables

ainsi que dans les régions présentant des taux élevés de discontinuation ou de faibles taux d'acceptation d'autres méthodes anticonceptionnelles.

Développement social et émotif

Un allaitement prolongé peut avoir des résultats positifs sur le développement psychosocial de l'enfant. Lorsque la mère doit chaque jour se séparer de son enfant pendant de longues périodes pour aller travailler (c.-à-d. la femme africaine typique), l'allaitement lui permet de maintenir un contact intime avec son enfant. Dans d'autres sociétés, les mères qui travaillent ont indiqué qu'il s'agissait là pour elles d'une raison importante de continuer l'allaitement (Bumgarner 1980).

Reamer et Sugarman (1987) ont signalé que les mères d'Amérique du Nord qui nourrissaient leur enfant pendant 18 mois en moyenne (plus longtemps que de coutume dans cette société) avaient l'impression que leurs enfants étaient plus mûrs sur le plan émotif et que leurs personnalités étaient plus chaleureuses qu'elles auraient pu l'être autrement. Les mères elles-mêmes pensaient que le lien affectif avec l'enfant était renforcé par un allaitement prolongé et que les critiques d'autrui étaient le principal obstacle. En nous fondant sur notre expérience, nous croyons que de telles opinions négatives sur l'allaitement prolongé peuvent influencer cette tendance croissante vers la cessation précoce de l'allaitement constatée en Afrique urbaine.

Si l'allaitement pratiqué dans la deuxième année renforce vraiment les liens affectifs, il est possible aussi qu'il permette aussi à la mère de porter une plus grande attention à son enfant et à sa santé. Dettwyler (1986) au Mali a établi une relation entre, d'une part, la croissance et la santé des enfants et de l'autre, l'attitude de leurs mères face à leur alimentation et au recours aux soins de santé. Les chercheurs ont trouvé que le statut socio-économique n'était pas la variable qui était corrélée avec une croissance normale et une bonne santé, mais plutôt « l'attitude maternelle au-dessus de la moyenne ». La société étudiée est caractérisée par une pratique d'allaitement prolongé de tous les enfants, mais les enfants qui avaient plus de poids avaient été alimentés au sein deux mois de plus environ que ceux qui pesaient moins et il était plus probable que « l'attitude » des mères ait été « au-dessus de la moyenne ». Johnson et Zeitlin (1984) ont constaté au Mexique que les enfants dont la croissance était normale avaient dans 85 % des cas un parentage attentif à leurs besoins et que les enfants présentant des troubles de croissance n'avaient un parentage attentif que dans 40 % des cas. Ces résultats indiquent une direction d'étude pouvant justifier une recherche dans d'autres collectivités africaines.

La plupart des spécialistes de l'enfant s'accordent pour dire que le développement le plus sain est celui qui s'effectue au propre rythme de l'enfant. Étant donné que chaque enfant va tôt ou tard perdre son intérêt pour l'alimentation au sein, une pratique de sevrage progressif peut être bénéfique sur le plan psychologique. Une cessation forcée ou traumatisante a été asso-

ciée avec l'anorexie, la maladie et la régression. Cela peut être encore plus préjudiciable si l'enfant est envoyé loin de ses parents ou si l'alimentation au sein est arrêtée à cause d'un séjour à l'hôpital (Bowlby 1969).

Certaines mères et travailleurs de la santé craignent que tant que l'enfant est nourri au sein, il refuse de manger d'autres aliments en quantité suffisante. Cela peut être le cas lorsque le seul contact intime de la mère avec son enfant a lieu pendant l'allaitement. Cependant, si la mère accorde une grande attention à l'enfant dans des situations où elle ne l'allaite pas, elle établira un rapport affectif qui permettra à l'enfant d'abandonner progressivement le sein sans craindre de rompre le lien avec sa mère.

Discussion

L'allaitement maternel devrait jouer un rôle essentiel dans le régime alimentaire de l'enfant, au moins pendant ses deux premières années de vie. Le lait maternel est une ressource alimentaire nationale essentielle produite au niveau familial, parfaitement conservée et destinée expressément aux jeunes enfants pendant les premières années où ils sont vulnérables. Étant donné que l'allaitement prolongé est une pratique utile, il ne devrait pas être négligé ni dévalorisé.

Conseiller aux mères de « nourrir au sein leurs enfants aussi longtemps que possible » équivaut à mal diriger les parents et les travailleurs de la santé. Les programmes de nutrition nationaux devraient fixer des objectifs précis concernant les modes d'allaitement, stipulant le nombre idéal de mois pour la pratique de l'allaitement exclusif et de l'allaitement substantiel (y compris l'allaitement de nuit) et l'âge minimum pour cesser l'allaitement au sein.

Les recommandations sur les rations alimentaires de l'OMS et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) conseillent toujours un supplément alimentaire aux mères pendant les six premiers mois de lactation seulement (OMS/FAO 1976). Après cela, il n'est pas tenu compte des besoins alimentaires dans le contexte de l'allaitement continu. Si la mère continue de nourrir son enfant pendant 18 mois, elle le fera sans l'assistance des lignes directrices en matière de nutrition de l'OMS ou des politiques de nutrition qui sont fondées sur elles.

En l'absence de mesures rigoureuses d'éducation pour la santé, améliorer l'ensemble de l'apport alimentaire n'améliorera pas nécessairement le rendement de l'allaitement. Le mode d'allaitement des femmes bien nourries des régions urbaines est défavorablement influencé, par exemple, par la publicité commerciale, les coutumes croissantes de séparation de la mère et de l'enfant et probablement par la désapprobation de la société à l'égard de l'allaitement au-delà d'un an. Il est possible que toute éducation pour la santé qui ignore le lait maternel en tant que composante du régime alimentaire du jeune enfant décourage aussi l'allaitement continu. Il existe très peu d'affiches sur la nutrition qui représentent un enfant plus âgé nourri au sein dans la position assise

typique de l'enfant qui sait marcher. Les campagnes nationales d'éducation pour la santé ont vraiment davantage besoin de telles affiches plutôt que de celles qui montrent l'allaitement des nouveau-nés.

Les sociétés multinationales produisent aujourd'hui plus de produits «de sevrage». Les mères comme les travailleurs de la santé sont bombardés de messages suggérant qu'il convient de donner à l'enfant de six mois ou plus des produits commerciaux, sinon il souffrira des effets d'un régime de sevrage qui est incomplet et dangereux. En général, une telle publicité ne mentionne pas le lait maternel, mais incite plutôt à l'usage du lait de vache. Il est nécessaire d'établir des codes rigoureux pour éliminer une telle commercialisation.

Les responsables des politiques de nutrition et de santé se préoccupent particulièrement des femmes dont le travail les oblige à se séparer de leurs enfants. Il est extrêmement important de leur accorder des congés de maternité postpartum plus longs pour qu'elles établissent la pratique de l'allaitement. Toutefois, afin d'assurer que l'allaitement de l'enfant se prolonge jusqu'à ce que celui-ci ait deux ans, d'autres mesures politiques sont nécessaires. Elles comprennent:

- l'appui de la pratique de l'allaitement au lieu de travail et dans la communauté;
- des pauses flexibles permettant de pratiquer un allaitement continu;
- des heures de travail flexibles pour les mères qui allaitent et pas d'heures de travail inhabituellement longues, comme c'est le cas dans les soins infirmiers de nuit;
- l'éducation sur la valeur et l'importance de tétées de nuit continues et non restrictives et sur le contact physique intime;
- l'alimentation de l'enfant en l'absence de la mère sans aucun usage de biberons; le lait peut être administré à partir d'une tasse à tout bébé pesant plus de 2 kg (IBFAN Africa et UNICEF 1986);
- dans la mesure du possible, des garderies au travail pour les jeunes enfants;
- au besoin, des programmes de supplémentation alimentaire pour les mères;
- l'accès pour toutes les femmes à des méthodes de régulation des naissances acceptables et efficaces qui sont totalement compatibles avec une lactation substantielle prolongée.

Quelle place tient alors le lait maternel dans le régime de sevrage? À titre d'éducateurs sanitaires, nous devons souligner que les suppléments alimentaires ne sont pas des substituts de l'allaitement maternel. L'administration de tels

suppléments ne devrait pas entraîner automatiquement l'allaitement symbolique. Les programmes de sevrage ont souvent recommandé de donner de grandes quantités d'aliments moyennement liquides aux jeunes enfants. Le ministère de la Santé du Kenya (Kenya 1986) propose 900 mL de bouillie par jour pour les enfants de six à 12 mois. En ce qui concerne les programmes d'alimentation correctifs, OXFAM (1984) recommande 1 500 mL par jour de lait à haute valeur énergétique pour les enfants pesant de 7,5 à 10 kg qui souffrent de malnutrition. Pourtant ces programmes soulignent aussi et à juste titre l'importance de l'allaitement continu et, le cas échéant, le rétablissement de la lactation. Il est possible que cette recommandation d'absorption de liquide ne soit pas réaliste pour les jeunes enfants. Un bébé voudra-t-il boire 500 mL ou davantage de lait maternel en plus de cette autre grande quantité de liquide? Les aliments qui sont plus secs peuvent donner soif à l'enfant et l'encourager à vouloir boire au sein à des intervalles plus fréquents, favorisant alors la lactation continue ou le rétablissement d'une lactation substantielle.

Lorsqu'une mère occupée s'assoit pour prendre son repas, il est possible que ce soit la première fois depuis de longues heures qu'elle jouisse de suffisamment de calme pour permettre une tétée. Toutefois, allaiter l'enfant lorsque le reste de la famille est en train de manger peut vouloir dire que le jeune enfant ne va probablement pas recevoir beaucoup d'aliments de la marmite familiale, si jamais il en reçoit : au moment où cette nourriture est accessible, l'enfant est en train de se remplir de lait maternel. Une méthode suggérée est que la mère allaite avant de préparer le repas, puis encourage l'enfant à manger des aliments avec le reste de la famille, avant de le nourrir au sein de nouveau après le repas.

Les mélanges de nourriture que nous recommandons exigent-ils de la mère plus d'attention qu'elle n'en peut accorder ? Parce qu'ils n'ont pas besoin d'être servis chauds ou mangés à la cuillère, les repas de manioc et sauce, de pain et margarine, d'aliments de base frits ou de chapatis cuites à l'huile peuvent fournir à l'enfant une plus grande ration nette. Par conséquent, est-il raisonnable de recommander à la mère de donner des bouillies liquides pendant de nombreux mois? Comment peut-elle au mieux utiliser le temps limité dont elle dispose avec son enfant — en l'allaitant, en lui donnant des bouillies liquides, ou en lui donnant les mêmes aliments que le reste de la famille, mais réduits en purée? Les réponses changent à mesure que l'enfant grandit; quoiqu'il en soit, la plupart des mères africaines sont très occupées. Nous devrions peut-être recommander l'usage occasionnel d'autres aliments — des aliments qui se mangent froids plutôt que venant d'être cuits — ceux que des enfants d'un an peuvent facilement manger tout seuls; ainsi, ils recevraient un supplément au lait maternel que les mères pourraient leur donner lorsqu'elles ont cinq minutes de libre.

L'encouragement de l'allaitement prolongé vaut la peine d'être efficacement intégré dans tout programme axé sur la survie de l'enfant. Un programme de vaccination n'est pas complet s'il n'enseigne pas aux mères que l'allaitement peut protéger leur bébé contre la gastroentérite et les infections respiratoires pour lesquelles il n'existe pas de vaccin. Des programmes de

contrôle de la croissance peuvent rassurer les mères qui craignent, sans raison, de n'avoir pas suffisamment de lait. Si la croissance ralentit, les travailleurs de la santé peuvent être alertés pour enseigner aux mères une pratique d'allaitement plus efficace et suivre leurs progrès. S'ils ne leur enseignent pas que la diarrhée peut être évitée avec un allaitement plus substantiel ou peut être traitée en donnant plus de lait maternel à l'enfant, tout effort de réhydratation orale sera incomplet. Il est nécessaire que les programmes d'alimentation professent et appuient le mode d'allaitement substantiel pendant la période de sevrage. Lorsque les programmes de planification familiale parlent d'allaitement maternel (soit positivement soit négativement) sans dire quels sont les modes d'allaitement qui peuvent inhiber l'ovulation, alors ils rendent un mauvais service à des millions de femmes catholiques et musulmanes et à toutes les femmes qui n'utiliseront pas d'autres méthodes anticonceptionnelles.

Trop souvent les enfants de moins de deux ans sont retirés du sein parce qu'ils sont malades ou qu'ils ont la diarrhée, surtout lorsqu'ils sont traités dans un établissement de soins. Trop souvent, dans le cadre des programmes d'aide alimentaire, on distribue du lait en poudre plutôt que de rétablir l'allaitement substantiel. Il faut mettre en place des programmes nationaux de rééducation pour que les nutritionnistes et les travailleurs de la santé se familiarisent avec les techniques du maintien de l'allaitement et de la relactation; ces connaissances pourront alors être intégrées dans les programmes de nutrition et de réadaptation, les programmes en milieu hospitalier et en consultation externe.

Il semblerait qu'une meilleure éducation maternelle soit liée à de meilleures statistiques de survie des enfants (UNICEF 1985). Toutefois, en Afrique, elle semble aussi liée à un déclin des durées et des taux d'allaitement maternel. Il est possible que le système d'éducation, les enseignants et les manuels de santé et de sciences ménagères encouragent, d'une façon ou de l'autre, les jeunes filles à rejeter des pratiques qui ne sont pas présentées comme étant « modernes », jetant ainsi pour l'avenir les bases de modes insatisfaisants d'alimentation des enfants. De nombreux textes contiennent des leçons sur l'usage des biberons mais ils ne donnent aucune information sur l'allaitement prolongé ou sur l'alimentation à la tasse pour les mères qui travaillent (BIG 1985). Il est important de réfléchir sur les aspects du milieu éducatif qui peuvent influencer les décisions futures des élèves, en ce qui a trait à l'alimentation des nourrissons.

En dépit du manque d'encouragements, les enfants de cette région reçoivent une grande quantité de lait maternel bien au-delà de un an. La recherche doit se pencher sur l'importance de l'allaitement pendant toute la durée des 24 premiers mois; à cette fin, il convient d'étudier attentivement les modes d'allaitement, les quantités de lait pris et le total de l'apport énergétique reçu pendant la période de sevrage. Les chercheurs doivent aller au-delà de la simple question « Allaitez-vous votre enfant? » pour consigner la fréquence et la durée des tétées, diurnes et nocturnes, ainsi que la durée des intervalles entre tétées. Comme l'a démontré van Steenbergen (1981), dans les milieux africains, il est possible de recueillir des données sur les volumes de lait

produits en fonction des tétées données à la demande, autant diurnes que nocturnes. Déduire les volumes de lait par 24 heures en se fondant sur des évaluations incomplètes n'est pas une méthodologie acceptable, étant donné les variantes probables des comportements à l'égard de l'allaitement pendant le jour. Les chercheurs qui se trouvent en Afrique entourés de collectivités où la majorité des femmes pratique l'allaitement prolongé, sont particulièrement bien placés pour entreprendre les études fondamentales nécessaires.

Il reste encore beaucoup à faire pour que le lait maternel conserve une place importante dans l'alimentation du jeune enfant. Rien ne justifie d'accepter comme étant inévitable le déclin de la pratique de l'allaitement maternel, surtout lorsqu'elle gagne du terrain dans d'autres pays. L'allaitement maternel devrait être encouragé, protégé et aidé, non seulement dans les premiers mois de vie, mais pendant toute la deuxième année et même pendant la troisième année. La contribution unique qu'il apporte à la nutrition, à la santé et au bien-être de chaque enfant des milieux ruraux et urbains devrait être bien comprise et valorisée. Nos attitudes, nos politiques et la formation des travailleurs de la santé ainsi que les contacts avec les familles devraient commencer à en tenir compte.

Recommandations

- Les gouvernements doivent songer à offrir des encouragements pour récompenser les femmes qui allaitent pendant deux ans.

- Les responsables des politiques nationales de santé doivent fixer des objectifs concernant la durée de l'allaitement et recommander le mode d'allaitement approprié pour chaque groupe d'âge.

- Les tableaux alimentaires doivent stipuler les rations recommandées en lait maternel jusqu'à l'âge de deux ans.

- Les programmes d'éducation destinés soit aux parents, soit aux travailleurs de la santé, doivent présenter la pratique de l'allaitement comme étant une composante essentielle du régime alimentaire de la deuxième année. L'importance de pratiquer le mode d'allaitement approprié doit être soulignée.

- Chaque pays doit adopter et mettre en vigueur un code de commercialisation national, qui doit s'appliquer à tous les produits alimentaires et boissons destinés aux enfants de deux ans ou moins.

- Le gouvernement doit aider les femmes qui travaillent et pourvoir à leur éducation afin qu'elles puissent continuer de pratiquer un allaitement substantiel et rejeter l'alimentation au biberon.

- L'usage réduit d'aliments liquides de sevrage doit être étudié; moins l'enfant consomme de liquides, plus il sera enclin à réclamer fréquemment la tétée.

- L'allaitement fréquent des enfants de un à deux ans doit être encouragé; toutefois, il faut souligner que ces tétées doivent être données à un moment qui ne contrarie pas l'intérêt que peut porter l'enfant aux aliments du repas familial.

- Il faut tenir compte dans les programmes des contraintes qui s'exercent sur le temps des femmes et leurs recommandations doivent être adaptées en conséquence.

- Tous les programmes axés sur la survie des enfants qui enseignent la pratique de l'allaitement prolongé, substantiel et exclusif, doivent souligner à la fois le bien-fondé de ces techniques et le fait qu'elles ne coûtent rien.

- Les centres de nutrition et de réadaptation, les programmes de lutte contre la diarrhée ainsi que les hôpitaux doivent inclure une gestion moderne de l'allaitement et de la relactation dans tous les programmes de promotion de la santé des enfants de moins de deux ans.

- Afin de protéger la santé des enfants à naître, les programmes officiels d'enseignement de tous les jeunes doivent comprendre de l'information sur la nutrition; les textes doivent donner de l'information exacte sur l'allaitement prolongé et sur la nutrition correcte de l'enfant.

- Une recherche appropriée, fondée sur une méthodologie éprouvée, doit être entreprise sur l'allaitement maternel, pour l'entière période de sevrage.

Remerciements

Le bureau régional de l'International Baby Food Action Network (IBFAN) Africa appuie les activités dans le domaine de l'alimentation des nourrissons dans tous les pays d'Afrique subsaharienne. Nous remercions sincèrement les coordinatrices de l'IBFAN, Margaret Kyenkya et Christine Lwanga de l'appui qu'elles ont donné à la préparation de ce document. Le CRDI ainsi que le Dr Nan Jolly et Madame Nancy Turnbull de la Ligue internationale de la Leche ont apporté une aide essentielle en fournissant des articles sur le sujet.

Bibliographie

Anon. 1983. Dangerous partners. Diarrhoea Dialogue, 15, novembre 1983.

Anon. 1985. Treating the whole child. Dialogue on Diarrhoea, 21, juin 1985.

Anyanwu, R.C., Enwonwu, C.O. 1985. The impact of urbanization and socioeconomic status on infant feeding practices in Lagos, Nigeria. Food and Nutrition Bulletin, 7(1), 33-37.

Becroft, T.C. 1967. Child rearing practices in the highlands of New Guinea: a longitudinal study of breastfeeding. Medical Journal of Australia, 2, 598-602.

Behar, M. 1986. Physiological development of the infant and its implications for complementary feeding. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse. OMS/ MCH/NUT 86. 20 p.

Berg, A., Brems, S. 1986. Vitamin A: partner in child health. Mothers and Children, 5(3), 1-3.

BIG (Breastfeeding Information Group, Kenya). 1985. The teaching of breastfeeding in schools. BIG Newsletter, mai/juin 1985.

Botswana, Ministry of Health. 1985. Family health survey. Family Health Division, Ministry of Health, Gaborone, Botswana.

Bowlby, J. 1969. Attachment. Penguin Books Ltd, Harmondsworth, R-U. 478 p.

Brewster, D.P. 1979. You can breastfeed your baby even in special situations. Rodale Press, Emmaus, PA, É-U. 596 p.

Bumgarner, N.J. 1980. Mothering your nursing toddler. Norman Publishing Corp., Altadena, CA, É-U. 208 p.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1983. Manual on feeding infants and young children. Oxford University Press, Nairobi, Kenya. 214 p.

Carballo, M., Marin-Lira, A. 1984. Patterns of breastfeeding, child health and fertility. In WHO Inter-Regional Workshop on Breastfeeding and Fertility, Singapour. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

Clemens, D., Stanton, B., Stoll, B., Shahid, N.S., Banu, H., Alauddin Chowdhury, A.K.M. 1986. Breastfeeding as a determinant of severity in shigellosis. American Journal of Epidemiology, 124(4).

Cunningham, A.S. 1977. Morbidity in breast-fed and artificially-fed infants. Journal of Pediatrics, 90(5), 726-729.

Dettwyler, K.A. 1986. Infant feeding in Mali, West Africa: variations in belief and practice. Social Science and Medicine, 23(7), 651-664.

Elias, M.T. 1986. Nursing practices and lactation amenorrhea. Journal of Biosocial Science, 18, 1-10.

Elliott, T., Kevokole, J. 1984. Infant feeding practices in Nairobi, Kenya. In Social perspectives. Volume 8(1). Central Bureau of Statistics, Nairobi, Kenya.

Feachem, R.G., Koblinsky, M.A. 1984. Intervention for the control of diarrhoeal diseases among young children: promotion of breastfeeding. Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé, Genève, 62(2), 271-291.

Feinstein, J.M., Berkelhamer, J.E., Gruszka, M.E., Wong, C.A., Carey, A.E. 1986. Factors related to early termination of breastfeeding in an urban population. Pediatrics, 78(2), 210-215.

Gillin, F.D., Reiner, D.S. 1983. Human milk kills parasitic intestinal protozoa. Science, Washington, DC, 221, 1290-1291.

Goldman, A.S., Goldblum, R.M., Garza, C. 1983. Immunologic components in human milk during the second year of lactation. Acta Paediatrica Scandinavica, 72, 461-462.

Gopolan, C. 1958. Effect of protein supplementation and some so-called galactogogues on lactation in poor Indian mothers. Indian Journal of Medical Research, 4B, 317.

Greiner, T. 1985. Making optimal use of breastfeeding for birth spacing. In Planning for action within the health sector. WHO Inter-Regional Workshop on Breastfeeding and Fertility, Île Maurice. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. 17 p.

Gross, A., Eastman, C.J. 1985. Prolactin and the return of ovulation in breastfeeding women. In Potts, M., Thapa, M., Herbertson, M., ed., Breastfeeding and fertility. Journal of Biosocial Science, 9(Suppl.), 25-42.

Gulick, E.E. 1986. The effects of breastfeeding on toddler health. Pediatric Nursing, 12(1), 51-54.

Helsing, E., King, F.S. 1982. Breastfeeding in practice. Oxford University Press, Oxford, R-U. 271 p.

Hofvander, Y., Underwood, B. 1987. Processed supplementary foods for older infants and young children with special reference to developing countries. Food and Nutrition Bulletin, 9, 1.

Hoyle, B., Yunus, M., Chen, L.C. 1980. Breastfeeding and food intake among children with acute diarrhoeal disease. American Journal of Clinical Nutrition, 33, 2365-2371.

Huffman, S.L. 1986. Promotion of breastfeeding: can it really decrease fertility? Clearinghouse on Infant Feeding and Maternal Nutrition, American Public Health Association, Washington, DC, É-U.

Huffman, S.L., et al. 1980. Breastfeeding practices in rural Bangladesh. American Journal of Clinical Nutrition, 33, 144-154.

IBFAN (International Baby Food Action Network) Africa et UNICEF (Fonds des Nations-Unies pour l'enfance). 1986. Feeding low birthweight babies. IBFAN Africa, Nairobi, Kenya. Bande vidéo, 29 min.

Jelliffe, D.B., Jelliffe, E.F.P. 1978. Human milk in the modern world. Oxford University Press, Oxford, R-U. 500 p.

Johnson, F.C., Zeitlin, M.F. 1984. Analysis of qualitative and semi-qualitative indicators distinguishing between well-nourished versus malnourished toddlers

in a Mexican squatter settlement. Tufts University School of Nutrition, Medford, MA, É-U.

Karra, M.V., Udipi, S.A., Kirksey, A., Roepke, J.L.B. 1986. Changes in specific nutrients in breast milk during extended lactation. American Journal of Clinical Nutrition, 43, 495-503.

Kenya, Central Bureau of Statistics. 1978/79. Child nutrition survey. Social Perspectives, 2(14), Nairobi.

_____ 1983. Third rural nutrition survey, 1982. Ministry of Finance and Planning, Nairobi, Kenya.

_____ 1984. Situation analysis of children and women in Kenya. Parts 1-4. Central Bureau of Statistics, Nairobi, Kenya. 375 p.

Kenya, Ministry of Health. 1986. Improving young child growth using the child health card. Nutrition Section, Ministry of Health, Nairobi, Kenya. 60 p.

Khan, M. 1980. Infant feeding practices in rural Meheran, Comilla, Bangladesh. American Journal of Clinical Nutrition, 33, 2326-2364.

Khin-Maung-U, Nyunt-Nyunt-Wai, Myo-Khin, Mu-Mu-Khin, Tin-U, Thane-Toe. 1985. Effect on clinical outcome of breastfeeding during acute diarrhoea. British Medical Journal, 290, 587-589.

Koopman, J.S., Turkish, V.J., Monto, A.S. 1985. Infant formulas and gastrointestinal illness. American Journal of Public Health, 75(5), 477-480.

Latham, M.C. 1979. Human nutrition in tropical Africa. Food and Agriculture Organization, Rome, Italie.

Lauber, E., Reinhardt, M. 1979. Studies on the quality of breast milk during 23 months of lactation in a rural community of the Ivory Coast. American Journal of Clinical Nutrition, 32, 1159-1173.

Lawrence, R. 1985. Breastfeeding: a guide for the medical profession (2nd ed.). The C.V. Mosby Co., St Louis, MO, É-U. 601 p.

Le Page, P., Munyakazi, C., Hennart, P. 1981. Breastfeeding and hospital mortality in children in Rwanda. Lancet, août 1981, 409-410.

Lesthaeghe, R.J., Shah, I.H., Page, H.J. 1981. World Conference of the International Union for Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, the Philippines. IUSSP, Liège, Belgique. 27 p.

LLLI (Ligue internationale La Leche). 1975. Anemia and the breastfeeding mother. LLLI, Chicago, IL, É-U. Dépliant informatif 24.

McCann, M.F., Liskin, L.S., Piotrow, P.T., Rinehart, W., Fox, G. 1981. Breastfeeding, fertility, and family planning. Population Reports, 9(5), 525-575.

McMillan, J., Landaw, S.A., Oski, F.A. 1976. Iron sufficiency in breast-fed infants and the availability of iron from human milk. Pediatrics, 58, 686-691.

Minchin, M. 1985. Breastfeeding matters. Alma/Allen and Unwin, Alfredton, Australie. 348 p.

Mosley, W.H., Werner, L.H., Becker, S. 1982. The dynamics of birth spacing and marital fertility in Kenya. World Fertility Survey, Scientific Reports, 30. 30 p.

Newton, N. 1971. Psychologic differences between breast and bottle feeding. American Journal of Clinical Nutrition, 24, 993-1004.

OMS/FAO (Organisation mondiale de la santé/Organisation des Nations-Unies pour l'agriculture et l'alimentation). 1976. Food and nutrition strategies in national development. 9th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Nutrition. OMS, Genève, Suisse.

OMS (Organisation mondiale de la santé). 1981. Contemporary patterns of breastfeeding. OMS, Genève, Suisse. 211 p.

Oniang'o, R.K. 1986. A study of maternal and infant care practices in Kenya. Department of Home Economics, Kenyatta University, Nairobi, Kenya. 215 p.

OXFAM (Oxford Committee for Famine Relief). 1984. OXFAM's practical guide to selective feeding programmes. Health Unit, OXFAM, Oxford, R-U. 92 p.

Peitersen, B., et al. 1975. Quantitative determination of immunoglobulins, lysozyme, and certain electrolytes in breast milk during the entire period of lactation, during a 24 hour period, and in milk from the individual mammary gland. Acta Paediatrica Scandinavica, 64, 709-717.

Rajcoomar, V., Wong, P.C. 1986. Breastfeeding and infant health in Mauritius. UNICEF Social Statistics Programme, Nairobi, Kenya. Occasional Paper 6. 50 p.

Reamer, S.B., Sugarman, M. 1987. Breastfeeding beyond six months: mothers' perceptions of the positive and negative consequences. Journal of Tropical Pediatrics, 28, 93-97.

Rohde, J.E. 1974. Human milk in the second year: nutritional and economic considerations for Indonesia. Paediatrica Indonesiana, 14, 198-207.

Roy, S.K., Rabbani, G.H., Black, R.E. 1984. Oral rehydration solution safely used in breast-fed children without additional water. Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 87, 11-13.

Rutishauser, I.H.E. 1974. Factors affecting the intake of energy and protein by Ugandan preschool children. Ecology of Food and Nutrition, 3, 213-222.

Rutishauser, I.H.E., Whitehead, R.G. 1972. Energy intake and expenditure in 1-3 year old Ugandan children living in rural environment. British Journal of Nutrition, 28, 145.

Salmenpera, L. 1984. Vitamin C nutrition during prolonged lactation: optimal in infants while marginal in some mothers. American Journal of Clinical Nutrition, 40, 1050-1056.

Short, R.V. 1984. Breastfeeding. Science of America, 250(4), 23-29.

Swaziland, Government of. 1983. National Nutrition Status Survey. USAID.

Tripp, J., et al. 1979. Infant feeding practices: a cause for concern. British Medical Journal, 2, 707-709.

UNICEF (Fonds des Nations-Unies pour l'enfance). 1981. Collecting information on the prevalence and duration of breast feeding. UNICEF/ESARO Social Statistics Bulletin, 4(2).

—— 1985. Socio-economic maps of Kenya. UNICEF/ESARO Social Statistics Bulletin, 8(1).

—— 1987. The state of the world's children. Oxford University Press, Oxford, R-U. 110 p.

van Steenbergen, W.M. 1981. Lactation performance of Kamba mothers, Kenya: breastfeeding behaviour, breast milk yield and composition. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 3.

van Steenbergen, W.M., et al. 1984. Lactation performance. In van Ginneken, J.K., Muller, A.S., ed., Maternal and child health in rural Kenya. Croom Helm Ltd, Beckenham, Kent, R-U. 153-165.

Victora, C.G., Vaughan, J.P., Martines, J.C., Barcelos, L.B. 1984. Is prolonged breast-feeding associated with malnutrition? American Journal of Clinical Nutrition, 39, 307-314.

Vis, H.L., Hennart, P., Rachababisha, M. 1981. Some issues in breastfeeding in deprived rural areas — maternal nutrition and breast-feeding in the Kivu, Zaire. Assignment Children, 55/56, 183-200.

West, K.P., Chirambo, M., Katz, J., Sommer, A. 1986. Breastfeeding, weaning patterns and the risk of xerophthalmia in southern Malawi. American Journal of Clinical Nutrition, 44, 690-697.

Whitehead, R.G. 1985. The human weaning process. In Feeding the normal infant. Pediatrics, Supplement, 189-193.

———— 1982. The prevalence and duration of breast-feeding: a critical review of available information. World Health Statistics Quarterly, 2, 92-116.

Winikoff, B., et al. 1983. The infant feeding study: Nairobi site report. The Population Council, Washington, DC, É-U. 138 p.

Winikoff, B., Myers, D. 1987. Overcoming obstacles to breastfeeding in a large municipal hospital: applications of lessons learned. Pediatrics, 80(3), 423-433.

Wolde-Gebriel, Z. 1981. The breastfeeding situation in Ethiopia. Assignment Children, 55/56, 201-209.

Les problèmes associés aux suppléments alimentaires

Ted Greiner

Bureau international de la santé des enfants,
Université d'Uppsala, S-75185
Uppsala, Suède

Résumé *Nous nous efforçons, dans le présent document, de distinguer le sevrage en tant que processus de cessation progressive de l'allaitement, des processus connexes de « complémentation » et de « sevrage » ou arrêt de l'alimentation au sein. En Afrique rurale, ce n'est pas le sevrage des jeunes enfants qui pose un problème mais plutôt celui de l'administration d'aliments complémentaires, un domaine qui mériterait de recevoir la plus grande attention. Bien que nous admettions l'importance de donner des suppléments alimentaires aux nourrissons, nous traitons ici des dangers qu'entraîne une mauvaise administration de ces suppléments, et mettons en garde contre une propagande trop enthousiaste pour les nouvelles technologies dont il a été question à l'atelier.*

La plupart des nutritionnistes s'accorderaient sans doute sur une définition approximative du terme de « sevrage » en tant que « processus de remplacement du lait maternel par d'autres aliments ». Toutefois, ce terme est couramment employé pour désigner deux autres processus: la « complémentation » de l'alimentation au sein abondante à l'aide d'autres aliments et la cessation complète de l'allaitement maternel (certains utilisent le mot « sevrage » pour désigner ce dernier processus). Le mot anglais « wean » (sevrer) n'est alors pas utilisé à bon escient, sans doute en raison de la commodité de ses formes composées, c'est-à-dire « weaning age child » (enfant à l'âge du sevrage) et « weaning food problems » (problèmes associés aux produits de sevrage). Quoiqu'il en soit, de graves erreurs en matière de politique et de pratique sanitaires sont commises à la suite de l'usage incorrect de ce terme: ici, un manque de clarté peut avoir pour effet de masquer les vraies causes des problèmes en matière de nutrition, ou de semer la confusion à leur sujet.

Pour illustrer les points de définition concernés, prenons l'exemple des besoins énergétiques. Comparons les besoins nutritifs croissants des enfants avec la capacité de la mère à produire du lait (Fig. 1). Dans cette figure, les axes ne portent pas de chiffres car ils ne sont pas nécessaires pour illustrer les principes en question.

Une courbe illustre la manière dont les besoins énergétiques de l'enfant augmentent avec l'âge. La forme n'a pas d'importance en autant que la courbe

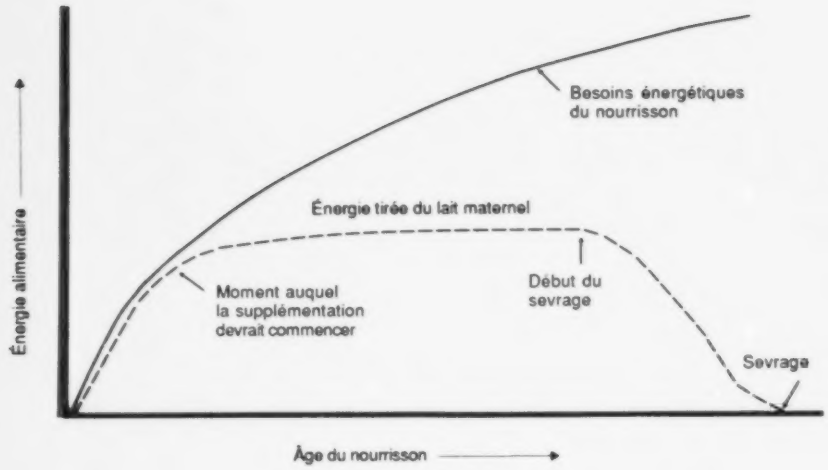

Fig. 1. Relation entre les besoins énergétiques du nourrisson et la consommation optimale de lait maternel, au cours des mois.

monte avec l'âge alors que sa pente décline. Une deuxième courbe illustre le changement dans la quantité de lait que peut produire la mère à mesure que l'enfant grandit. Dans des conditions normales, les deux courbes ont tendance à se suivre assez étroitement pendant quelques mois. À un certain moment, cela cesse d'être le cas, lorsque les besoins énergétiques de l'enfant excèdent la production de lait.

À ce moment, l'enfant va diminuer son niveau d'activité, cesser de grandir aussi vite, ou les deux, tant qu'il ne reçoit pas une forme ou une autre d'énergie supplémentaire. Il est important de savoir qu'il n'est pas nécessaire que les aliments qui fournissent cette énergie remplacent le lait maternel. Des études faites en Gambie ont montré qu'aussi longtemps que la « supplémentation alimentaire » est fournie de manière suffisamment restreinte, l'enfant continuera de sucer le sein comme avant, et le système hormonal qui règle la production de lait maternel à la demande ne sera relativement pas perturbé. Lorsque la quantité de nourriture assimilée par l'enfant continue d'augmenter proportionnellement à ses besoins énergétiques, alors la production de lait maternel se stabilise autour du niveau maximum que la mère peut produire.

Plus tard, la mère pourra réduire ce niveau de production de lait maternel en permettant moins de succion, en offrant plus de nourriture ou les deux. Ce qu'elle peut faire ou non dans le but d'éloigner l'enfant du sein : elle peut, par exemple, simplement désirer passer moins de temps avec lui. Bien entendu, une succion réduite va toujours entraîner une production de lait réduite,

indépendamment de toute décision délibérée. Quoiqu'il en soit, la décision de sevrer l'enfant doit être finalement prise et c'est alors que le processus de sevrage commence vraiment. En Afrique rurale, il y a de nombreux avantages à retarder le sevrage, dont les deux plus importants sont:

- la probabilité qu'un allaitement continu augmentera la période d'aménorrhée lactationnelle, permettant de ce fait d'espacer les naissances;

- la probabilité que la valeur nutritionnelle du lait maternel soit supérieure à celle des aliments qui le remplacent.

Le processus de sevrage peut se dérouler progressivement ou prendre place brusquement, selon le désir de la mère ou de l'enfant. D'un côté comme de l'autre, les extrêmes semblent assez courants. Un problème apparaît seulement lorsque le sevrage prend place trop brusquement pour que l'enfant puisse s'y adapter; dans pareil cas, il peut ne pas être capable de manger des produits de remplacement ayant une valeur nutritive suffisante. Il s'agit alors d'un vrai «problème associé aux produits du sevrage» dont les ouvrages de nutrition et de pédiatrie reconnaissent l'importance depuis des dizaines d'années.

Cependant, lorsqu'un enfant de deux à trois ans est sevré brusquement, il ne s'agit pas d'un «problème d'aliments de sevrage»; à cet âge, l'enfant peut et désire manger les mêmes produits que le reste de la famille. Il ne fait aucun doute que souvent ces produits ne répondent pas aux normes de nutrition idéales pour un enfant de cet âge; cependant, les problèmes vraiment sérieux apparaissent plus tôt, avant que l'enfant soit suffisamment grand pour manger des bouillies épaisses et d'autres produits. Lorsqu'on évoque cette première période, il conviendrait mieux de parler de «problème associé à la complémentation alimentaire».

Dans certaines régions rurales, notamment en Asie méridionale, la complémentation commence trop tard et les quantités données sont insuffisantes. La malnutrition progressive qui en résulte a fait l'objet d'une attention considérable. Dans d'autres régions, dans une grande partie de l'Indonésie, par exemple, la complémentation au moyen «d'aliments mous» commence bien trop tôt. Il est difficile de généraliser en ce qui concerne l'Afrique; bien que l'on puisse trouver les deux extrêmes, la plupart des mères semblent commencer «l'alimentation solide» lorsque l'enfant a de trois à neuf mois.

Cependant, à mesure que l'enfant grandit, il a à sa disposition une plus grande quantité de biberons; les dangers d'une supplémentation prématurée revêtent alors une plus grande importance pour la santé publique. Ces dangers ont reçu bien trop peu d'attention; dans la formation des travailleurs de la santé et les messages pour l'éducation sanitaire, l'importance de donner une supplémentation suffisamment tôt (de quatre à six mois) est souvent soulignée; pourtant, l'administration prématurée ou excessive de suppléments alimentaires fait rarement l'objet de mises en garde.

Lorsque l'enfant reçoit une supplémentation alimentaire avant que la

production de lait maternel ne suffise plus à couvrir ses besoins, il sucera moins souvent le sein; c'est alors que les aliments supplémentaires remplaceront, plutôt qu'ils ne supplémenteront, le lait maternel. La qualité nutritive du régime de l'enfant est ainsi réduite, et celui-ci peut connaître de la diarrhée et autres états pathogènes, son système immunitaire n'étant pas encore prêt à réagir. Une supplémentation prématurée a également un effet radical sur l'aménorrhée lactationnelle (McCann et al. 1981) et, par conséquent, sur l'espacement des naissances. En raison du fait que l'enfant a un besoin inné d'une certaine durée de succion, l'usage de biberons peut avoir un effet particulièrement nocif.

Les données de la République arabe du Yémen (Yémen 1980) illustrent l'effet que peut avoir une augmentation rapide et radicale d'une supplémentation donnée prématurément. Bien qu'en moyenne les enfants des milieux ruraux soient nourris au sein pendant un an, ils commencent à recevoir des biberons à deux mois en moyenne (Greiner 1983). Étant donné qu'environ 2% seulement des couples utilisent une forme ou une autre de méthode anticonceptionnelle moderne (Suchindran et Adlakha 1979), l'effet sur l'espacement des naissances a été radical; aujourd'hui, de nombreuses femmes ont un enfant tous les ans ou tous les 18 mois. Ces enfants yéménites alimentés au biberon doivent alors non seulement arriver à survivre avec des régimes alimentaires carencés et probablement contaminés dans les premiers mois de leur vie, alors qu'ils sont trop jeunes pour manger la même chose que le reste de la famille, ils doivent encore survivre au retrait complet du sein lorsque la mère se retrouve trop rapidement enceinte; plusieurs mois plus tard, l'enfant devra survivre à sa troisième épreuve, lorsque la mère consacrera presque toute son attention au nouveau-né.

Ce qui est tragique, c'est qu'un grand nombre de ces enfants ne survivra pas. Dans un pays jouissant d'une bonne répartition de revenus modérément élevés, le taux de mortalité des nourrissons est de 157 sur 1000, et le taux de mortalité des jeunes enfants est de 95 sur 1000 (Suchindran et Adlakha 1979).

Tableau 1. Taux de mortalité chez les nourrissons et les jeunes enfants du Yémen par rapport à l'espacement des naissances.

Durée de l'intervalle avec la naissance précédente (en mois)	TMN[a]	TMJE[b]
< 24	227	141
24–35	109	18
36–59	83	2
> 59	56	3

[a] Taux de mortalité des nourrissons: nombre de décès chez les nourrissons de moins d'un an sur 1000 naissances d'enfants vivants.

[b] Taux de mortalité des jeunes enfants: nombre de décès chez les enfants de un à cinq ans sur 1000 enfants de cet âge.

L'interrelation entre ces taux de mortalité et les durées des intervalles entre les naissances est éloquente (Tableau 1). Il convient de noter que l'effet est même plus grand sur la mortalité des jeunes enfants que sur la mortalité des nourrissons; il serait juste d'ajouter que si elles pouvaient espacer les naissances, les femmes yéménites seraient capables de maintenir leurs jeunes enfants en vie. En l'absence de méthodes anticonceptionnelles modernes, cette capacité d'espacer les naissances dépend largement de la continuation de l'allaitement maternel et de sa place prépondérante dans l'alimentation de l'enfant.

En conclusion, il semblerait que le défi à relever est d'aider les mères à nourrir correctement leurs enfants en âge de recevoir une supplémentation alimentaire. Cela exige de fournir la quantité satisfaisante de suppléments alimentaires au bon moment. Il ne faudrait pas que l'enthousiasme que nous éprouvons à l'égard des nouvelles technologies discutées à cet atelier nous fasse risquer de provoquer en Afrique une tragédie semblable à celle que connaît le Yémen.

Bibliographie

Greiner, T. 1983. The planning, implementation and evaluation of a project to protect, support and promote breastfeeding in the Yemen Arab Republic. Cornell University, Ithaca, NY. Thèse de doctorat.

McCann, M.F., Liskin, L.S., Protrow, P.T., Rinehart, W., Fox, G. 1981. Breastfeeding, fertility, and family planning. Population Reports, 9(5), 525-575.

Suchindran, C.M., Adlakha, A.L. 1979. Levels, trends and differentials of infant and child mortality in Yemen. United States Agency for International Development, Washington, DC, É-U.

Yémen, General Grain Corporation and Ministry of Health. 1980. Yemen Arab Republic National Nutrition Survey. United States Agency for International Development, Washington, DC, É-U.

Le sorgho et le millet en Afrique orientale et leur utilisation comme aliments de sevrage

M. Seenappa

Fonds des Nations Unies pour l'enfance
BP 4076, Dar es Salaam, Tanzanie

Résumé *Dans les pays d'Afrique subsaharienne, des millions d'enfants reçoivent du sorgho et du millet pendant leur période de sevrage. Bien que l'on ait découvert que la lysine est un acide aminé limitant, la digestibilité des protéines peut être améliorée en combinant une légumineuse au sorgho dans les aliments de sevrage. Cette technique offre une solution au problème du volume excessif des produits de sevrage comme le sorgho et le millet ; l'utilisation de 5 % seulement de farine de malt (venant de l'éleusine) s'est avérée simple et efficace pour réduire la viscosité ; de plus, si l'on ajoute deux fois la quantité normale de farine, cette technique aura pour effet d'augmenter la densité calorique des aliments. Les campagnes de nutrition, notamment celles menées en Tanzanie, ont donné de bonnes occasions de faire valoir la « farine énergétique » ou « kimea ». Le Programme de nutrition d'Iringa a montré qu'une carence protéique modérée et même grave pouvait être réduite dans les régions de culture du sorgho comme dans les régions de culture du maïs. L'introduction d'une technologie abordable, comme les décortiqueurs de sorgho et les broyeurs à main, a un impact positif sur l'utilisation du sorgho et du millet ; en outre, une telle technologie semble réduire le volume de travail des femmes.*

Les produits vivriers forment une composante indispensable de l'alimentation ; toutefois, la production vivrière de l'Afrique est en déclin. Dans les pays d'Afrique subsaharienne, la ration alimentaire quotidienne per capita est passée de 2109 kcal en 1961 à 2097 kcal en 1984. La sécheresse persistante, les famines fréquentes et la mauvaise gestion des politiques ont eu un effet défavorable sur les régimes alimentaires traditionnels de nombreux pays d'Afrique. Bien que l'Afrique soit l'« habitat » naturel du sorgho et du millet, la production moyenne des pays de l'Afrique subsaharienne est de 0,5 tonne par hectare seulement, un chiffre qui semble désastreusement bas par comparaison avec une production de trois tonnes par hectare ou plus dans d'autres pays. En 1984, environ 140 millions d'habitants (sur le total de 531 millions d'habitants de l'Afrique) ont consommé des céréales — maïs, blé et riz — importées d'autres pays. Dès l'an 2025, la population de l'Afrique aura probablement triplé pour atteindre 1,5 milliard d'habitants ; c'est pourquoi le déclin chronique de la production céréalière constitue un sujet de grave préoccupation.

En Afrique, le nombre de personnes souffrant de malnutrition a augmenté depuis 1980, passant de 80 à 100 millions. Ce sont les enfants de moins de cinq ans qui sont les plus touchés. Sur une population mondiale estimée de 575 millions d'enfants de moins de cinq ans en 1986, près de 14 millions sont morts de malnutrition, de maladies et en raison du manque de services sanitaires adéquats; plus de quatre millions (30,9 %) de ces morts de jeunes enfants ont eu lieu en Afrique. Sur les enfants en vie aujourd'hui, plus de 40 % souffrent de malnutrition modérée et 8 à 10 % d'une grave carence protéique. D'après les estimations de 1986, la plupart des pays ayant des taux de mortalité «très élevés» (plus de 175) et des taux de mortalité «élevés» (de 95 à 174) d'enfants de moins de cinq ans sont des pays d'Afrique. En Afrique orientale, il a été observé que la mort des jeunes enfants survenait le plus souvent pendant la première année de vie. La malnutrition va plus probablement apparaître chez l'enfant de quatre à six mois. Pour que sa croissance soit normale, un enfant de cet âge aurait besoin d'un supplément alimentaire en plus du lait maternel; idéalement son régime de sevrage devrait être à base des produits locaux. Dans les régions de culture du sorgho et du millet, un brouet à base de ces céréales mélangées avec du lait ou un peu de sucre conviendrait bien pour commencer le sevrage (note du rédacteur: voir la distinction que fait Greiner entre aliments de sevrage et suppléments alimentaires). De six à 12 mois, un mélange bien équilibré à base de sorgho et de millet (ou de préférence un multimélange) est indispensable. Il est impératif que l'allaitement maternel soit continué de pair à l'administration de produits de sevrage pendant deux à trois ans, jusqu'à ce que l'enfant soit prêt à partager le repas familial. Dans le présent document, nous essayons d'analyser les avantages du sorgho et du millet comme aliments de sevrage et de souligner leur importance pour la survie et le développement de l'enfant. Les expériences sont principalement celles du Programme de nutrition d'Iringa en Tanzanie.

Les expériences du Programme de nutrition d'Iringa

Le programme de nutrition d'Iringa, en Tanzanie, organisé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et leur programme commun d'aide à la nutrition (Joint Nutrition Support Program – JNSP), cherche, en vertu de son mandat, à réduire la mortalité et la morbidité infantiles au moyen d'une approche intégrée visant à améliorer l'état nutritionnel des enfants de moins de cinq ans. Ce programme a vu le jour en décembre 1983 et il s'applique à 168 villages de sept Divisions; il assiste aujourd'hui 50 000 enfants de moins de cinq ans et est en train de s'agrandir pour assister toute la région qui compte plus de 600 villages. Dans ce programme, les produits de sevrage ont la priorité et ils font l'objet d'une propagande selon une approche systémique, mettant en jeu une conceptualisation des problèmes, des causes et des interventions (Tableau 1).

Tableau 1. Logistique de la sélection des interventions au moyen de programmes liés à la sécurité alimentaire.

Problème	Causes probables	Programmes d'intervention
Vivres insuffisants dans la famille (très insuffisants les quelques mois avant la récolte)	Manque de planification ménagère Choix des mauvaises cultures Manque de pluie Mauvaise gestion des récoltes Pertes à l'entreposage	Formation d'instructeurs en planification de la production vivrière de la famille Encouragement aux cultures supportant la sécheresse, comme le sorgho, le tournesol, les doliques et particulièrement le manioc Entreposage amélioré
Apport nutritif inadéquat	Maigres ressources économiques Régime alimentaire pauvre en nutriments Manque de bois de chauffe Manque de fruits et de légumes Rareté de petits animaux	Encouragement des activités génératrices de revenus Éducation en nutrition (surtout des mères) par l'intermédiaire des travailleurs de la santé du village Formation et participation au reboisement du village et jardinage familial Formation et apport d'intrants pour l'élevage de petits animaux
Aliments de sevrage volumineux et alimentation inadéquate	Manque de connaissances sur les besoins des enfants et la valeur nutritive des aliments préparés Fréquence inadéquate des repas Pénurie de produits énergétiques, tels que les arachides et l'huile de cuisson Féculents volumineux Charge de travail trop grande	Prestation de recettes de sevrage à partir des produits locaux Encouragement de l'allaitement maternel Éducation des mères ; prestation de « repas de contribution communautaire » Promotion de la production et du traitement des tournesols Campagne sur l'usage du « kimea » (farine énergétique) Formation technologique appropriée (usage de broyeurs manuels, etc.)

Source : Seenappa (1987c)

Les campagnes

Les campagnes de nutrition ont été très utiles pour mobiliser l'attention sur l'amélioration du régime alimentaire et le contrôle de la croissance des enfants. La campagne lancée en 1984 à Iringa eut l'impact suivant sur 168 villages où un film produit au niveau local a été diffusé : vaccination de tous les enfants, démonstration de l'usage de « farines énergétiques » (« kimea ») à base d'éleusine, administration à tous les enfants de cette bouillie améliorée.

L'usage de légumes à feuilles vertes et de graines oléagineuses, telles que les graines de citrouille, les arachides et les graines de tournesol y était souligné; un système a été établi au niveau du village pour surveiller la croissance des enfants. Cette expérience a été récemment utilisée pour favoriser l'expansion du programme dans 425 autres villages d'Iringa.

Les régimes à base de sorgho et de millet et la nutrition

Les cultures de sorgho recouvrent 4,8 millions d'hectares de terres africaines. Près de 70% des apports énergétiques et protéiques sont donc fournis par les produits à base du sorgho et du millet locaux et des millions d'enfants reçoivent des aliments de sevrage à base de ces céréales. Jusqu'à présent, les observations portant sur la qualité du sorgho et du millet ont été fondées sur des essais en laboratoire faits avec des rats nourris de ces grains; les études ou essais sur le terrain ont été limités. Dans le présent document, nous cherchons à comparer la croissance des enfants des régions de culture de sorgho avec celle des enfants des régions de culture de maïs.

Un système de contrôle au niveau du village fonctionne avec beaucoup de succès dans l'Iringa. Environ 50000 enfants de moins de cinq ans sont pesés tous les trois mois. Les travailleurs de la santé profitent de ces séances de pesée pour parler avec les mères, soulignant les avantages des produits alimentaires locaux. L'usage du «kimea» est toujours recommandé. Les données disponibles sur les poids des enfants nous ont permis de comparer l'état nutritionnel des enfants des régions de culture de sorgho (Pawaga) avec celui des enfants des régions de culture de maïs (Tableau 2, Fig. 1). Il a été constaté que la diminution du niveau de malnutrition modérée et de malnutrition sévère était comparable dans les deux régions. Il est possible que la mobilisation des mères et les renseignements qu'elles ont reçus sur l'amélioration du régime de leurs enfants soit responsable de cette réduction de la malnutrition.

Les résultats de l'Essai de Luganga

Luganga est l'un des villages «Ujamaa» de la région d'Iringa, en Tanzanie. La culture de base de ce village est le sorgho. En raison des contraintes imposées par le conditionnement du sorgho «Serena», les villageois échangent souvent le sorgho contre du maïs.

Observations faites dans d'autres pays

Les études réalisées dans d'autres pays ont également montré les avantages d'utiliser des produits de sevrage améliorés à base de sorgho et de millet pour améliorer l'état nutritionnel des jeunes enfants. Pushpamma et al. (1979) et Pushpamma et Devi (1979) ont démontré l'utilité du sorgho décortiqué et des légumineuses locales pour améliorer l'état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire des villages près d'Hyderabad, en Inde.

Tableau 2. Comparaison entre enfants de moins de cinq ans souffrant de malnutrition modérée des régions à culture de sorgho et des régions à culture de maïs, Programme de nutrition d'Iringa, Tanzanie.

Division	Principale culture	Pourcentage de malnutrition modérée pendant le deuxième trimestre de:			
		1984	1985	1986	1987
Pawaga	sorgho	50,26	36,42	40,93	37,57
Ifwagi	maïs	57,42	49,57	43,14	43,78
Wanging' ombe	maïs	52,53	39,13	35,79	34,73

En Ouganda, les aliments de sevrage à base de céréales (comme le sorgho, le millet, le maïs et aussi la banane) ont été supplémentés par du « jiko » (pâte d'arachide et de sésame) et cette céréale a ensuite été administrée à 68 enfants souffrant d'une grave carence protéique. Une comparaison entre les enfants recevant un régime à base de lait et les enfants recevant un régime à base de céréale « jiko » indique que ces derniers ont guéri au moins une semaine plus tôt que les premiers et que leur taux de mortalité était de 1,3 % par comparaison avec un taux de 11,5 % chez les enfants ayant un régime lacté (Kakitahi 1985).

Les études faites par Brandtzaeg et al. (1981) dans plusieurs villages du sud de l'Inde ont montré que des mélanges de sorgho et de pois chiche verts, ou d'éleusine et de pois chiche verts, produisaient des aliments de sevrage nutritifs bien acceptés et que ces aliments avaient pour effet d'accélérer le gain de poids chez les enfants.

En Éthiopie, Svanberg et ses collègues (communication personnelle) ont effectué un essai de 20 jours, durant lequel il a été administré à 20 enfants d'âge préscolaire une bouillie faite de « farine énergétique » ou de sorgho germé. Cette bouillie moins bourrative contenait 25 % plus de farine et était donc 25 % plus condensée nutritivement que la bouillie non traitée. Malgré la faible durée de cet essai, il a pu être constaté que la bouillie moins volumineuse avait un effet positif sur l'état nutritionnel des enfants.

Ainsi, les rapports de nombreux pays montrent que les produits de sevrage à base de sorgho et de millet influent sur l'état nutritionnel des jeunes enfants; ce qui est particulièrement le cas lorsque les enfants reçoivent un mélange d'aliments comprenant une légumineuse. Ces rapports montrent également que l'usage de sorgho ou de millet maltés aide à réduire le volume alimentaire, augmentant de ce fait la densité nutritionnelle des aliments de sevrage.

Comme l'ont observé Eggum et al. (1982), un régime à base de sorgho seulement, qui a, par conséquent, une faible teneur en lysine, ne permet pas

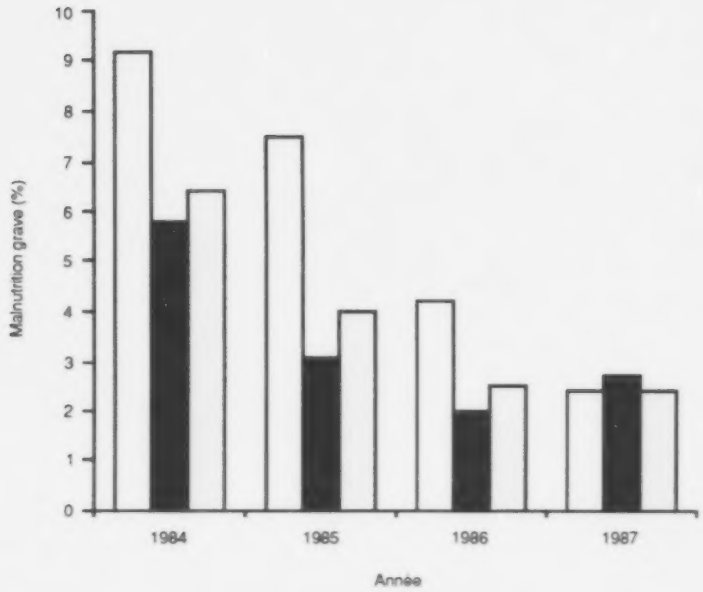

Fig. 1. Comparaison entre les pourcentages d'enfants (de moins de cinq ans) souffrant de grave malnutrition dans une région à culture de sorgho (Pawaga, □) et dans une région à culture de maïs (Wanging'ombe, ■) pendant le deuxième trimestre des années considérées (⧈ , région).

l'utilisation correcte des protéines et des calories. Toutefois, si le sorgho est combiné à d'autres aliments qui sont riches en lysine, les protéines et l'énergie sont utilisées plus efficacement. Cette observation est confirmée par d'autres essais d'alimentation portant sur des enfants d'âge préscolaire (Pushpamma et Devi 1979; Pushpamma et al. 1979).

Les études citées ci-dessus, bien que peu nombreuses, démontrent bien que lorsque l'alimentation est suffisamment fréquente et l'apport alimentaire adéquat, les aliments de sevrage à base de sorgho et de millet ont alors un effet positif sur la prise de poids des enfants. Toutefois, une propagande efficace de ces recettes de sevrage exigerait le genre de programme appliqué à Iringa, qui encourage la production, le conditionnement et l'utilisation de ces aliments.

La promotion des aliments de sevrage à base de sorgho et de millet

Les expériences sur les lieux

Dans les pays en développement, on insiste beaucoup à l'heure actuelle sur la formulation et la promotion de recettes appropriées à base de produits locaux. Il est essentiel que la collectivité participe à l'éducation pour la nutrition et au contrôle de la croissance des enfants (Hendratta et Johnston 1978). Étant donné que les produits de sevrage à base de sorgho et de millet sont en train de regagner la place qu'ils avaient perdue au sein des régimes alimentaires de l'Afrique subsaharienne, l'attention s'est aujourd'hui tournée vers eux.

En Tanzanie, on accorde une priorité à la promotion des aliments de sevrage appropriés; le Tanzania Food and Nutrition Centre, par exemple, présente un manuel sur les produits de sevrage particuliers à chaque région. Dans le Programme de nutrition d'Iringa (OMS/UNICEF/JNSP), la propagande est fondée sur une analyse conceptuelle de la sécurité alimentaire familiale, comme le présente le Tableau 1 (Seenappa 1987c). Le programme de promotion du sorgho et du millet comprend:

- l'encouragement de la production du sorgho et des doliques (Tableau 3);
- l'encouragement de l'usage de mini-décortiqueurs pour le sorgho et les doliques;
- la diffusion des recettes appropriées;
- la promotion du «kimea» ou «farine énergétique», accompagnée d'enseignements sur la nutrition axés sur la réduction du volume alimentaire.

Le conditionnement traditionnel fait à la maison

Traditionnellement, le décorticage et le pilage du grain est un travail de femme fait à la maison. Le pilage à l'eau est le plus couramment pratiqué (avec l'inclusion d'environ 2% d'humidité). Dans les villages reculés des régions de culture du sorgho et du millet, une pierre de granit plate et une petite pierre de frottement, ou un pilon de pierre ressemblant à un galet, sont utilisés. Toutefois, on se sert plus couramment d'un mortier de bois et d'un pilon («kinu»). En l'espace d'une heure, une femme broie et conditionne généralement de 2 à 2,5 kg de sorgho. Étant donné que de nombreuses particules de farine sont perdues lors de ce décorticage grossier et du vannage manuel, le taux d'extraction est d'environ 60%. La farine ainsi obtenue est très humide, sa teneur hydrique étant de 30 à 40%; elle ne peut alors être entreposée que pendant une à deux semaines. En outre, la farine de sorgho est très riche en matières grasses, davantage même que la farine de maïs; cette forte teneur en matières grasses peut également réduire sa capacité de conservation.

Le conditionnement du sorgho est un travail épuisant pour les femmes des

régions tropicales semi-arides. En Tanzanie, dans les régions de culture du sorgho, les femmes passent plusieurs heures par jour, en commençant à l'aube, à broyer et à conditionner le sorgho (Seenappa et al. 1984). Le temps passé à cette tâche représente près de deux jours complets de travail par semaine. En général, les variétés de sorgho rouge ont toujours exigé davantage de temps. Malgré les difficultés du décorticage et du conditionnement, le sorgho est toujours un aliment de base pour environ six millions de Tanzaniens (Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam). Cette situation est semblable dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne. L'introduction d'une technologie abordable pourrait grandement réduire le fardeau des femmes et accroître l'utilisation du sorgho et du millet; une telle technologie permettrait également d'obtenir de meilleurs produits alimentaires, surtout pour les enfants.

Une étude portant sur un village tanzanien à culture de sorgho (Tobisson 1980) a constaté que les femmes passaient près de 8,7 heures par jour à des activités non agricoles, y compris à aller chercher l'eau et le bois de chauffe, à broyer, piler et préparer la nourriture. Brandtzaeg (1982), dans son explication sur le rôle des femmes dans la transformation des produits après la récolte, a observé que dans la famille, 83% du conditionnement alimentaire était fait par les femmes, 15% par les jeunes filles et aucun par les hommes.

Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) a maintenu son appui envers les systèmes de mouture appropriés, notamment les décortiqueurs de sorgho dans l'Afrique subsaharienne et créé un réseau d'aide mutuelle entre ces pays. Toutefois, il ne s'agit que d'un petit début: il est nécessaire que chaque responsable de politiques, chaque chercheur et chaque administrateur fasse l'effort nécessaire pour alléger le fardeau des femmes en mettant la technologie à leur portée.

Les systèmes de mouture mécanique

Le décorticage, le vannage et la pulvérisation sont trois étapes importantes de la mouture du grain; avec la source d'énergie appropriée, qu'il s'agisse de moteurs diesel ou de moteurs électriques, un système de mouture complet est formé. Toutefois, pour être répandus de manière satisfaisante dans les régions rurales, ces systèmes de mouture doivent être simples, viables et peu coûteux.

Depuis 1976, le CRDI a appuyé la recherche portant sur l'amélioration et la simplification des systèmes de mouture du sorgho en Afrique subsaharienne. L'appui apporté au Rural Industries Innovation Centre (RIIC) du Botswana a entraîné la modification et l'amélioration du décortiqueur prototype fourni par le Laboratoire régional des Prairies (LRP) du Conseil national de recherches du Canada. Le type du LRP a déjà été testé au Botswana, à Maiduguri, au Nigeria et au Sénégal. Le décortiqueur LRP modifié est connu sous le nom de type RIIC/LRP. Une version plus petite appelée mini-décortiqueur, développée ultérieurement par le LRP pour usage en laboratoire, a aujourd'hui été introduit dans de nombreux pays (Schmidt 1983).

Tableau 3. Répartition des cultures résistant à la sécheresse dans les villages de la Division de Pawaga, district rural d'Iringa, 1986-1987.

		Culture principale		Pilote communal		Démonstration	
Village	Population	Culture	Surface (ha)	Culture	Surface (ha)	Culture	Surface (ha)
Kimande	3 000	Sorgho	246	Sorgho Doliques	31 6	Manioc	1,2
Itunundu	1 385	Sorgho	185	Sorgho Doliques	23 2	Manioc	1,2
Mooliboli	1 167	Sorgho	194	Sorgho Doliques	24 4	Manioc	0,8
Kisanga	843	Sorgho	204	Sorgho Doliques	24 2	Manioc	0,8
Isele	1 058	Sorgho	97	Sorgho Doliques Arachides	16 5 4	Manioc	0,8
Luganga	1 060	Sorgho Doliques Pois de pigeon	104 10 3	Sorgho	16	Manioc	0,8
Magozi	620	Sorgho	84	Sorgho Doliques Pois de pigeon	16 10 2	Manioc	0,8
Ilolo	599	Sorgho	80	Sorgho Doliques Pois de pigeon	16 10 2	Manioc	0,8
Mkombilenga	541	Sorgho	67	Sorgho Doliques Pois de pigeon	16 6 3	Manioc	0,8

Note : en novembre-décembre 1986, le Programme de nutrition d'Iringa a appuyé le lancement d'une campagne en faveur de la culture du manioc et autres cultures supportant la grande sécheresse ; elle fut suivie de l'approvisionnement en boutures de plants de manioc, de 9 000 kg de sorgho et de grains de doliques et de pois de pigeon.

Source : Seenappa (1987a, b).

Le décortiqueur LRP compte 13 pierres de carborundum de 30 cm de diamètre qui sont également espacées sur un arbre de 92 cm (Fig. 2). Le son est aspiré par un ventilateur dans un cyclone. Ce décortiqueur convient à une

opération d'assez grande envergure à flux continu et est utilisé pour le sorgho, le millet, les doliques et le maïs.

Les décortiqueurs RIIC/LRP sont semblables à ceux du type LRP, mais en plus petit. Ils peuvent être utilisés pour décortiquer selon un mouvement continu ou par lot. Les pierres de carborundum ont 25 cm de diamètre. Bien qu'ils puissent être utilisés en tant que minoterie, chacun d'eux doit avoir un rendement quotidien de 1,5 tonne pour être économiquement viable.

Le mini-décortiqueur (LRP) est une version simplifiée et plus petite du décortiqueur par lot, d'abord fabriqué par LRP (aujourd'hui le Plant Biotechnology Institute) et destiné à décortiquer par lot de petits échantillons de 2 à 8 kg de sorgho et de nombreuses légumineuses (Reichert et al. 1984). Cette machine (Fig. 3) est peu coûteuse, facile à faire fonctionner et elle peut très bien servir de minoterie dans les petits villages ou collectivités. Il lui faut moins de cinq minutes pour décortiquer un lot de 5 à 7 kg de sorgho. Elle fonctionne soit avec un moteur électrique, soit un moteur diesel de 5 cv. Étant donné qu'aucun cyclone n'aspire le son, celui-ci doit être séparé par vannage manuel.

Le mini-décortiqueur a été éprouvé avec succès en Égypte, au Guatemala, en Inde, aux Philippines et en Thaïlande ainsi que dans de nombreux pays d'Afrique. Les décortiqueurs de type RIIC/LRP ont été initialement introduits en Tanzanie par les Small-Scale Industries Development Organizations (SIDO) avec l'appui du CRDI ; le mini-décortiqueur testé à Morogoro (université de Sokoine) et à Iringa s'est avéré être davantage un broyeur de minoterie destiné aux fermiers qui pratiquent l'agriculture de subsistance.

Une fois que le sorgho a été décortiqué, il est moulu en farine selon un procédé connu sous le nom de « pulvérisation ». Les broyeurs à marteaux sont utilisés plus fréquemment à cette fin dans la majorité de l'Afrique subsaharienne ; ils sont produits au niveau local et donc facilement accessibles aux coopératives de village ou même aux particuliers.

Toutefois, la disponibilité des décortiqueurs au niveau local constitue toujours un problème. Le Botswana et la Tanzanie en produisent sur une petite échelle. Le seul facteur limitant est le coût d'importation des pierres de carborundum ou des disques résinoïdes.

Dans plusieurs pays, plutôt que les broyeurs à marteaux, les broyeurs manuels sont présentés comme étant des machines peu coûteuses. En Tanzanie, le SIDO produit des broyeurs manuels fabriqués d'après le modèle « Atlas ». Ils coûtent environ 5000 à 6000 TZS (en 1988, 69 shillings tanzaniens (TZS) = 1 dollar américain (USD). Étant donné que la production est à très petite échelle, les autres types courants importés sont les types « Samap » et « Diamant » (Fig. 4), le premier coûte 60 USD et le dernier 110 USD (prix de juillet 1986).

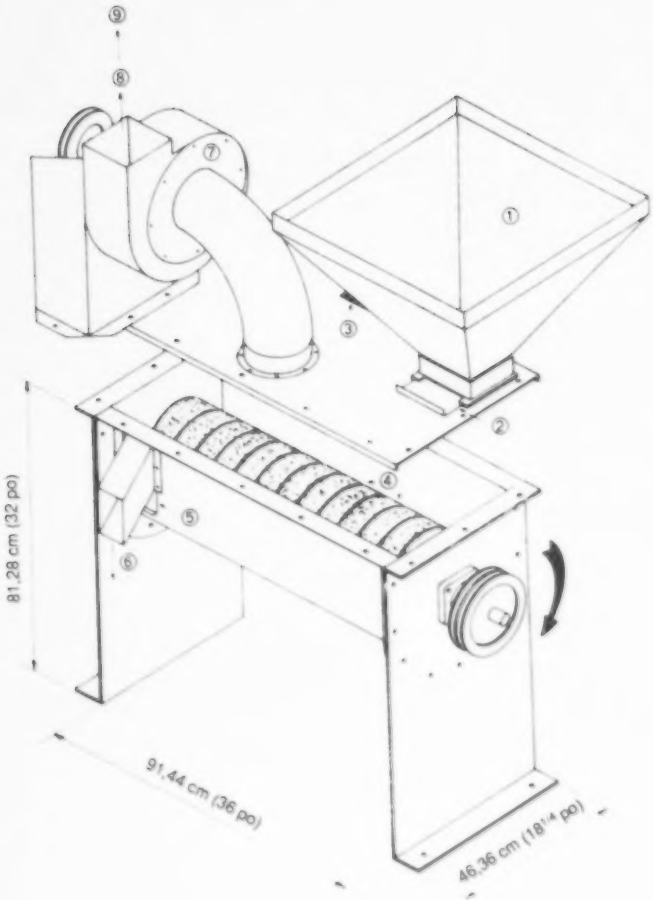

Fig. 2. Le décortiqueur LRP est identique au modèle RIIC/LRP sauf que ce dernier a une porte à charnière au fond pour permettre aux céréales décortiquées de tomber dans une bassine. 1, semoir ; 2, porte d'alimentation ; 3, arrivée d'air ; 4, pierres de carborundum ; 5, porte réglable ; 6, canal d'écoulement (grain décortiqué) ; 7, aspirateur ; 8, son ; 9, vers le cyclone.

Propriétés du sorgho et du millet à la mouture

Le sorgho, dont la composition et la structure sont différentes de celles du millet, est le plus difficile à piler et à conditionner des deux. Les variétés de sorgho rouge, à forte teneur en tanin, posent plus de difficultés que le sorgho blanc et le sorgho jaune : parce que les variétés de sorgho plus foncé exigent un décorticage plus long, leurs taux d'extraction sont très faibles (Tableau 4).

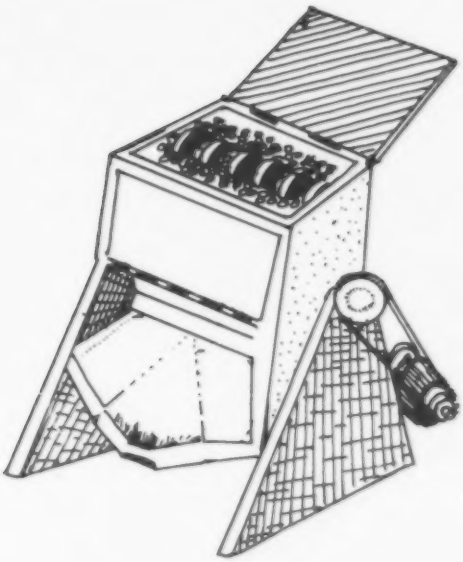

Fig. 3. Le mini-décortiqueur LRP.

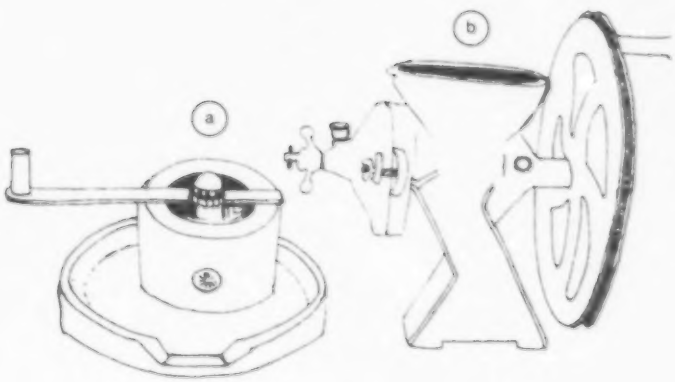

Fig. 4. a) Broyeur manuel Samap et b) Broyeur manuel Diamant.

Les propriétés de mouture du sorgho varient également selon le type de mouture pratiqué, à sec ou à l'eau. En outre, la nature de l'endosperme du grain influe sur la manière dont le grain est cassé: les endospermes sont soit tendres, moyennement tendres ou durs; le grain à endosperme tendre se brise trop facilement et il est très difficile à décortiquer. En Tanzanie, on trouve la variété de grain «Serena» à endosperme tendre; la variété de grain «Lulu» a un endosperme moyennement tendre; et les variétés locales de grains «Bihawana» et «Gairo» ont des endospermes durs. Tous ont des variantes concomitantes aux propriétés de mouture des grains. Le décorticage mécanique est plus facile avec les types de grains plus durs; dans ce cas, il est possible d'obtenir un grain de sorgho perlé ou poli de manière uniforme et des taux satisfaisants d'extraction (Eggum et al. 1982; Bangu 1986).

Tout comme pour les autres grains céréaliers, le perlage ou polissage du grain de sorgho entraîne une perte de certains nutriments. Le Tableau 5 fait état de la composition du grain de sorgho (Fig. 5), ce qui montre les nutriments les plus vulnérables.

Un certain nombre de recettes d'aliments de sevrage à base de sorgho et de millet (Tableau 6), convenant à la préparation à la maison, sont proposées dans certains pays africains dans le cadre de programmes d'éducation nutritionnelle appropriée.

Tableau 4. Taux d'extraction de certaines variétés de sorgho après le décorticage.

Variété de sorgho	Contenu en pourcentage				Taux d'extraction (%)
	Grain entier		Grain décortiqué		
	Cendre	Matières grasses	Cendre	Matières grasses	
Doura jaune	1,70	3,22	1,08	1,81	80
Doura rouge	1,58	3,60	1,06	2,38	74
USA rouge	1,48	3,25	3,25	1,27	65

Tableau 5. Répartition (%) des nutriments dans le grain de sorgho

	Scutellum	Embryon	Endosperme	Aleurone
Thiamine	62	2	3	32
Riboflavine	14	12	32	37
Niacine	1	1	12	82
Protéines	4,5	3,5	72	16

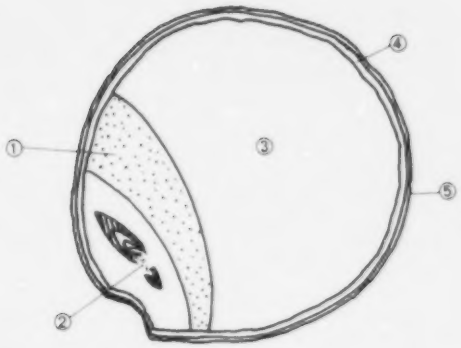

Fig. 5. Anatomie d'un grain de sorgho. 1, scutellum ; 2, embryon ; 3, endosperme ; 4, couche d'aleurone ; 5, péricarpe et coquille.

Tableau 6. Recettes de repas de sevrage à base de sorgho et de millet.

Ingrédients	Quantités	Commentaires
		Tanzanie
Sorgho	75 g	Les feuilles de manioc sont bien broyées avant
Haricots nains	25 g	d'être ajoutées.
Feuilles de manioc	10 g	Solides de gruau final 7,5 %, viscosité réduite par l'addition de 1 % w/w de « farine énergétique » (Mosha 1984).
Sorgho	75 g	Les doliques sont utilisés sous forme de farine
Doliques	25 g	légèrement grillée, donnant l'arôme d'arachide. La « farine énergétique » (5 g) est ajoutée
Légumes verts	10 g	lorsque l'« uji » est prêt (JNSP-Iringa)
Huile de cuisson	5 g	(TFNC).
Farine de sorgho	140 g	Propose pour les enfants d'un à deux ans.
Doliques	100 g	Énergie, 1 095 kcal ; protéines, 50,6 g ;
Poisson séché (« dagaa »)	20 g	calcium, 818 mg ; fer, 13,9 mg ; vitamine A,
Huile végétale	20 g	1 200 UI ; vitamine C, 40 mg
Légume feuillu vert foncé		(Van Rossum 1984).
Farine de sorgho	90 g	Proposé pour les 6 à 12 mois. Énergie,
Arachides	30 g	617 kcal ; protéines, 25 g ; fer, 6,5 mg ; vita-
Poisson séché (« dagaa »)	10 g	mine A, 900 UI ; vitamine C, 30 mg
Sucre	20 g	(Van Rossum 1984).
Légume feuillu vert foncé	30 g	
Eau	500 mL	

(à suivre)

Tableau 6. Suite et fin.

Ingrédients	Quantités	Commentaires
	Lesotho	
Farine de sorgho[a]	30 g	
Haricots/pois	30 g	
Oeuf	1	
Feuilles de citrouille	30 g	
Farine de sorgho[a]	30 g	
Oeuf	1	
Sucre	10 g	
Huile de cuisson	5 g	
Farine de sorgho[a]	30 g	
Lait	250 mL	
Sucre	10 g	
Farine de sorgho[a]	30 g	
Haricots/pois	30 g	
Huile de cuisson	5 g	
Sel	au goût	
Farine de sorgho[a]	30 g	
Tomate (moyenne)	1	
Viande/Poisson/Poulet	30 g	
Huile de cuisson	5 g	
Sel	au goût	
	Éthiopie	
Multimélange		
Farine de sorgho	50 g	Mélanger la farine de sorgho, la farine de pois et le fenouil avec de l'eau; amener à ébullition en remuant bien; ajouter l'huile et le sucre; faire cuire à feu doux pendant 15 min.; ajouter un peu de sel au goût. Énergie, 295 kcal; volume approximatif, 150–200 mL.
Farine de pois vert	10 g	
Fenouil (mis à tremper pendant la nuit)	5 g	
Huile	5 g	
Sucre	5 g	
	Nigeria	
Farine de sorgho	50 g	Bien mélanger la farine avec un peu d'eau; ajouter plus d'eau et amener à ébullition; ajouter le lait condensé et le sucre. Énergie, 205 kcal; volume approximatif, 150 mL.
Sucre	5 g	
Lait condensé	5 g	
Farine de sorgho	40 g	Mélanger la farine de haricot avec un peu d'eau pour former une pâte lisse; ajouter un peu plus d'eau, amener à ébullition et faire cuire à feu doux avec l'oignon haché; lorsque le tout est presque cuit, ajouter la farine de sorgho et bien remuer; faire cuire encore 15-20 min., ajouter l'huile. Énergie, 270 kcal; volume approximatif, 200-250 mL.
Farine de haricot	20 g	
Huile de palme rouge	5 g	
Oignon	5 g	

Sources: Cameron et Hofvander (1983) et Lehloba (1985)

[a] Le millet peut être utilisé à la place du sorgho.

Certaines initiatives ont été lancées, la plupart réussies, pour produire des aliments de sevrage à base de sorgho et de millet à une échelle semi-commerciale, souvent en utilisant la technologie d'extrusion et de maltage. Ces aliments ont été présentés comme fournissant « un grand apport énergétique » et un « grand apport protéique » ; certains sont devenus populaires dans les programmes de supplémentation alimentaire et dans les centres de nutrition-réadaptation et les hôpitaux. Toutefois, certains de ces produits devront coûter moins cher pour être plus accessibles aux familles.

Conclusions

- Le sorgho et le millet ont un rôle essentiel à jouer dans la sécurité alimentaire des pays d'Afrique subsaharienne.

- Des millions de mères sèvrent leurs enfants à l'aide de bouillies de sorgho et de millet. Toutefois, lorsque ces bouillies sont préparées de la manière traditionnelle, elles sont trop bourratives et ont une faible valeur nutritive et calorique.

- Plusieurs recettes de base et recettes de mélanges sont aujourd'hui disponibles pour préparer des aliments de sevrage à base de sorgho et de millet ; ces recettes font appel à l'usage d'ingrédients acceptables et accessibles au niveau local.

- Des technologies abordables de décorticage du sorgho sont aujourd'hui disponibles, visant à réduire le fardeau de travail des femmes et à augmenter la digestibilité des aliments. Les broyeurs manuels se sont avérés très utiles, notamment en Tanzanie.

- Bien que la lysine soit un facteur limitant de la digestibilité des protéines, l'utilisation de légumineuses dans les préparations d'aliments de sevrage pourrait aider à réduire ce problème.

- En Tanzanie, le « kimea » ou « farine énergétique » connaît un succès croissant ; préparé à base d'éleusine ou de sorgho, il aide à réduire le volume et à augmenter la densité énergétique des aliments.

- Les campagnes de nutrition, comme celles qui ont été lancées à Iringa, Kagera, Shinyanga et dans d'autres régions de la Tanzanie, se sont révélées de bonnes occasions d'offrir une éducation en nutrition au niveau du village ; c'est notamment le cas de l'éducation visant à améliorer l'alimentation de l'enfant et à encourager l'utilisation de la « farine énergétique ».

- Le Programme de nutrition d'Iringa a étudié les niveaux de malnutrition protéique grave et modérée chez les enfants de moins de cinq ans. Le programme fonctionne dans des régions de culture de sorgho ainsi que dans les régions de culture de maïs ; les résultats obtenus dans ces deux

types de région ont été trouvés comparables, en ce qui a trait à la réduction des niveaux de malnutrition.

- L'étude de Luganga en Tanzanie a montré que la « farine énergétique » était bien acceptée par les mères; en fait, elles savaient déjà comment la préparer. Dans cette étude, l'effet sur la prise de poids a été démontré chez 40 enfants environ sur une période de trois mois.

- Certaines initiatives ont eu lieu en Afrique et en Inde pour utiliser des millets maltés à une échelle semi-commerciale dans la préparation des aliments de sevrage; cela a bien fonctionné dans plusieurs pays. Toutefois, les produits résultants semblent avoir été utilisés principalement dans des centres de réadaptation et dans les hôpitaux. Un usage plus répandu du sorgho et du millet dans la préparation des aliments de sevrage dépendrait beaucoup de la popularisation des technologies familiales.

Bibliographie

Bangu, N.T.A. 1986. Report to IDRC on milling characteristics of some Tanzania sorghum varieties. Department of Food Science and Technology, Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzanie.

Brandtzaeg, B. 1982. The role and status of women in post-harvest food conservation. Food and Nutrition Bulletin, 4, 33.

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1983. Manual on feeding infants and young children. Oxford University Press, Nairobi, Kenya. p. 119.

Eggum, B.O., Munck, L., Bach Knudsen, K.E., Axtell, J., Mukuru, S.Z. 1982. Milling and nutritional value of sorghum in Tanzania. In Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality, 28 au 31 octobre 1981. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Hyderabad, Inde. p. 211.

Hendratta, L., Johnston, M. 1978. Manual for a community-based under-fives weighing programme. Yayasam Sajahtera, Jakarta, Indonésie.

Kakitahi, J.T. 1985. Problems of weaning foods in Uganda as related to starchy staples. Paper presented at the Workshop on Weaning Foods with Special Emphasis on Dietary Bulk Problems, 11 au 15 février 1985, Iringa, Tanzanie.

Lehloba, M.C. 1985. The weaning experience in Lesotho. Paper presented at the Regional Workshop on Weaning Foods with Special Emphasis on Dietary Bulk Problems, 11 au 15 février 1985, Iringa, Tanzanie.

Mosha, A. 1984. The Luganga village study: acceptance and intake of bulk reduced weaning porridge. Tanzanian Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie.

Pushpamma, P., Devi, C.A. 1979. Nutritional quality of sorghum and legume based food mixtures for infants and pre-school children. I. Nutrition Reports International, 19, 635.

Pushpamma, P., Ratnakumari, A., Geervani, P. 1979. Nutritional quality of sorghum and legume based food mixtures for infants and pre-school children. II. Nutrition Reports International, 19, 643.

Reichert, R.D., Oomah, B.D., Youngs, C.G. 1984. Factors affecting the efficiency of abrasive-type dehulling of grain legumes investigated with a new batch type dehuller. Journal of Food Science, 49, 267.

Schmidt, O.G.A. 1983. Sorghum milling: the Botswana experience, and progress toward implementation in other African countries (project report). Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada.

Seenappa, M. 1987a. Food hygiene and implied toxins in relation to traditional processing of cassava. Paper presented during the Workshop on Food and Nutrition in Society, 16 mars au 3 avril 1987, Morogoro, Tanzanie.

_____ 1987b. Household food security in Tanzania: a rapid assessment survey of few households in Shinyanga, Mtwara and Zanzibar. Fonds des Nations-Unies pour l'enfance, New York, NY, É-U. 75 p.

_____ 1987c. Household food security in the Iringa Nutrition Programme: situation analysis and interventions. Paper presented at the Workshop on Food and Nutrition in Society, 16 mars au 3 avril 1987, Morogoro, Tanzanie.

Seenappa, M., Mandara, R., Maplanga, E.P. 1984. Appropriate food processing systems for Iringa Region: 1. Integration of sorghum dehullers in Pawaga Division — situation analysis and feasibility. Consultancy report. WHO/UNICEF Joint Nutrition Support Programme, Iringa, Tanzanie.

Tobisson, E. 1980. Women, work, food and nutrition in Nyamwigura Village, Mara Region, Tanzania. Tanzanian Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie.

Van Rossum. 1984. Manual on child feeding. Nutrition Unit, Ministry of Agriculture, Dar es Salaam, Tanzanie. 85 p.

La prestation d'aliments de sevrage dans le cas des réfugiés

M.K. Serdula, N.J. Binkin, P. Nieburg et A. Berry

Division of Nutrition, Center for Health Promotion and Education, Centers for Disease Control, Atlanta, GA, É-U 30333

Résumé *En raison des conditions que subissent les réfugiés (disettes, surpeuplement, mauvaise hygiène, manque d'eau et grave perturbation sociale), les enfants à l'âge du sevrage connaissent de grands risques de malnutrition ainsi que de morbidité et de mortalité qui lui sont associées. L'accès à des aliments de sevrage appropriés, en quantité suffisante, est critique pour la survie de ces enfants. Dans les cas des réfugiés, la disponibilité de ces produits dépend des facteurs suivants : distribution de rations alimentaires générales (RAG) de qualité et quantité adéquates ; présence d'installations permettant leur préparation (outils pour la mouture, eau et ustensiles) ; et éducation des réfugiés en ce qui a trait à la préparation de produits qu'ils ne connaissent pas. Dans le présent rapport, nous étudions les recommandations et les pratiques publiées concernant la prestation d'aliments de sevrage aux réfugiés dans le cadre de programmes de supplémentation alimentaire (PSA) et de rations alimentaires générales. Nous présentons également un algorithme permettant d'évaluer cette prestation des aliments de sevrage et nous examinons les facteurs dont il faut tenir compte dans la composition du régime de sevrage. Étant donné que les PSA ont une distribution plus restreinte (en raison de l'admissibilité sélective et du faible niveau d'enregistrement et de participation), ce ne sont pas des mécanismes viables pour fournir les aliments de sevrage à la plupart des enfants réfugiés. Il faut aussi reconnaître que ces PSA ne couvrent qu'une partie des besoins énergétiques des enfants. Toute évaluation d'une prestation de ration totale doit, par conséquent, tenir compte des besoins spéciaux des enfants en âge de sevrage.*

Introduction

En raison des famines ou des conditions que subissent les réfugiés (les disettes, le surpeuplement, l'approvisionnement inadéquat en eau, la mauvaise hygiène et la grave perturbation sociale), les nourrissons et les jeunes enfants connaissent dans ces situations un grand danger de malnutrition ainsi que de morbidité et de mortalité qui lui sont associées. Aussi longtemps qu'une croissance régulière peut être maintenue, l'allaitement maternel exclusif demeure le mode préférable d'alimentation et sa pratique devrait être vivement encouragée dans les premiers mois. Toutefois, les nourrissons de quatre à six mois doivent recevoir une supplémentation alimentaire pour couvrir leurs

besoins nutritionnels croissants. Pendant cette période de sevrage (c.-à-d. la période de transition allant de l'alimentation au sein exclusive à la consommation des mêmes aliments que le reste de la famille), l'administration de produits de sevrage appropriés est critique pour la survie des enfants réfugiés. Dans le présent rapport, les «aliments de sevrage» sont définis comme étant les aliments convenant à la période de sevrage et qui peuvent être facilement intégrés dans le régime alimentaire de l'enfant.

L'administration d'aliments de sevrage est très difficile dans le cas des réfugiés. En général, les enfants dans les camps qui sont en âge d'être sevrés sont alimentés dans le cadre de deux principaux programmes: la ration alimentaire générale (RAG) et le programme de supplémentation alimentaire (PSA). Le PSA est généralement destiné à l'enfant sous-alimenté plutôt qu'à l'entière population des enfants en âge d'être sevrés; les enfants qui ne participent pas aux PSA doivent, par conséquent, dépendre de la RAG comme source de leurs aliments de sevrage. Les RAG sont, par nécessité, produites à partir de denrées facilement accessibles qui peuvent être peu connues des réfugiés, de qualité médiocre et en quantité insuffisante; l'absence d'aliments de sevrage familiers peut entraîner une perturbation des pratiques de sevrage traditionnelles.

Nous devons également examiner quelles ressources sont nécessaires pour entreposer, préparer et utiliser les aliments de sevrage; il arrive que ces ressources, matériel de mouture, eau propre, combustible de cuisson et ustensiles, ne soient pas disponibles pour de nombreux réfugiés.

Dans le présent rapport, nous examinons l'expérience récente connue dans plusieurs camps de réfugiés. Nous soulevons certaines questions liées à la prestation d'aliments de sevrage à ces populations; nous examinons les recommandations publiées concernant les RAG et les PSA destinés aux réfugiés; nous comparons les RAG aux PSA en tant que mécanismes de prestation d'aliments de sevrage aux réfugiés; et nous examinons les régimes de sevrage pouvant être préparés à partir des aliments véritablement disponibles aux réfugiés dans des situations réelles. Prêter une plus grande attention à ces questions peut aider à réduire les taux élevés de malnutrition souvent constatés chez les enfants réfugiés en âge de sevrage.

Les recommandations publiées

Nous avons examiné les recommandations faites par les principales organisations des Nations Unies (ONU) et autres organisations en ce qui concerne la prestation des rations générales, des aliments de sevrage et des programmes de supplémentation alimentaire dans les situations d'urgence (de Ville de Goyet et al. 1978; HCNUR 1982; Simmonds et al. 1983; OXFAM 1984; UNICEF 1986; Brown et Berry 1987). Les recommandations concernant les besoins énergétiques totaux dans les opérations d'aide à long terme varient généralement de 1800 à au moins 2000 kcal par personne et par jour; dans

les phases d'urgence (au début) de ces opérations, elles varient de 1 500 à 1 800 kcal pour la survie à brève échéance. Toutes les organisations recommandent que cet apport énergétique provienne de différentes sources: un aliment de base (céréale), un aliment protéique (légumineuse, graine oléagineuse, lait en poudre écrémé, etc.) et un aliment à forte densité énergétique (huile).

La préparation d'aliments de sevrage à partir de l'approvisionnement disponible fait l'objet de recommandations précises (UNICEF 1986; Brown et Berry 1987): il est recommandé de distribuer des aliments à forte teneur protéique et calorique, de montrer comment les utiliser et de fournir le matériel nécessaire à leur préparation. Il a été suggéré que dans certaines circonstances, par exemple lorsqu'il existe une pénurie de carburant ou de tout autre article de nécessité courante, lorsque le camp en est à ses premières phases d'aide, ou lorsque les denrées alimentaires qui sont distribuées ne sont pas familières, la préparation collective des aliments de sevrage serait tout à fait appropriée.

Le PSA a pour but d'apporter une aide nutritionnelle aux groupes vulnérables. Il est conçu pour supplémenter la RAG et non pour la remplacer. Les aliments fournis doivent avoir une grande valeur énergétique et une grande teneur protéique mais être peu volumineux. Dans le cadre des programmes de supplémentation alimentaire des enfants de moins de cinq ans, l'apport calorique total recommandé varie de 350 à 500 kcal. L'Oxford Committee for Famine Relief (OXFAM) ainsi que le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) recommandent une augmentation de l'apport calorique (500 à 1 000) dans les cas où la RAG est insuffisante.

À la différence des RAG, qui sont destinées à l'entière population, les PSA visent le plus souvent des groupes précis: les enfants sous-alimentés, les femmes enceintes ou allaitantes et les personnes identifiées par les services médicaux. Lorsque les ressources sont limitées, le mauvais état nutritionnel des enfants de moins de cinq ans est considéré comme étant une condition d'admission aux PSA (HCNUR 1982; Simmonds et al. 1983; OXFAM 1984; UNICEF 1986; Brown et Berry 1987), alors que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) n'a précisé nulle part que le mauvais état nutritionnel devait être un critère d'admission aux programmes visant les enfants de moins de cinq ans (de Ville de Goyet et al. 1978).

Il est indispensable de contrôler la participation aux programmes. Étant donné que les PSA exigent généralement que l'enfant soit enregistré dans un centre d'alimentation, les enfants admissibles ne peuvent pas toujours être secourus en raison du manque de temps des personnes qui s'occupent d'eux. De plus, il arrive que les parents amènent au centre les enfants qui en ont le moins besoin: ceux qui sont dans un pire état sont souvent laissés à la maison, les parents ayant abandonné tout espoir de les voir survivre (OXFAM 1984). La plupart des sources recommandent de chercher activement à découvrir ces cas (généralement au moyen d'enquêtes de porte à porte) qui, une fois découverts, doivent faire l'objet d'un suivi actif.

Distribution de supplémentation alimentaire contre ration alimentaire générale

Les programmes de ration alimentaire générale et les programmes de supplémentation alimentaire sont comparés au Tableau 1. Il y a deux types généraux de PSA: ceux qui distribuent des suppléments à emmener chez soi et ceux qui distribuent des suppléments à consommer sur les lieux. Les programmes de ration alimentaire générale ont plusieurs avantages sur les PSA: la distribution des aliments de sevrage au moyen des RAG coûte moins cher (du moins en théorie), elle est plus simple et engage moins de ressources supplémentaires, qu'elles viennent du programme ou de la famille; si l'on intègre la distribution des aliments de sevrage dans un programme de ration générale auquel toute la population participe, plus de familles ayant des enfants en âge de sevrage pourront en bénéficier. Cependant avec ce système, on a moins l'occasion de surveiller l'état nutritionnel des participants ou de faire un lien avec les programmes d'hygiène maternelle et infantile. En outre, étant donné que les aliments sont distribués aux familles plutôt que directement aux enfants, il est probable que d'autres membres de la famille consommeront ces aliments qui sont destinés aux enfants à l'âge du sevrage.

Les programmes d'alimentation à l'intention des réfugiés devraient garantir aux enfants la disponibilité d'aliments de sevrage satisfaisants, au moyen des RAG ou des PSA, ou d'une combinaison des deux. La Figure 1 présente un algorithme qui évalue la mesure dans laquelle les enfants réfugiés reçoivent des produits de sevrage satisfaisants. Les aliments de sevrage fournis dans le

Tableau 1. Distribution des aliments de sevrage aux enfants réfugiés dans le cadre des programmes de ration alimentaire générale et de supplémentation alimentaire.

	Rations alimentaires générales	Programmes de supplémentation alimentaire[a]
Famille	++	+/– (–)
Enfant	+/–	+ (++)
Programme répondant au besoin de ressources supplémentaires	++	– (––)
Mère/père	++	– (––)
Appui des pratiques culturelles d'alimentation appropriées	++	++ (+)
Occasion de contrôle	–/+	+ (++)
Occasion de faire le lien avec les centres d'hygiène maternelle et infantile	–/+	++ (++)

Note: ++, très avantageux; +, avantageux; –, désavantageux; ––, très désavantageux.

[a] Les programmes présentés sur les lieux sont indiqués entre parenthèses.

cadre des RAG sont jugés satisfaisants lorsqu'ils répondent aux critères de la quantité et de la qualité suffisantes et s'il existe des installations et du matériel pour les préparer. Lorsque le système de distribution RAG ne fournit pas d'aliments de sevrage satisfaisants, alors la pertinence des supplémentations alimentaires (PSA) doit être évaluée. Pour être pertinents à l'endroit d'une population donnée, les PSA doivent remplir les critères suivants: ils doivent être accessibles à tous les enfants en âge de sevrage; ils doivent attirer une grande participation; et ils doivent fournir des rations alimentaires de qualité, en quantité suffisante. Lorsqu'un PSA ne répond pas à l'un ou l'autre de ces critères, il ne peut être considéré comme une source satisfaisante d'aliments de sevrage pour les enfants de la population concernée.

Facteurs influant sur la production d'un régime de sevrage à base de produits disponibles

Jelliffe (1971) a répertorié six facteurs dont il faut tenir compte dans la préparation d'un régime de sevrage: les besoins nutritifs, la disponibilité des denrées alimentaires, la facilité de préparation, l'acceptabilité culturelle, l'acceptabilité physiologique et le contenu bactérien. Nous examinons ces facteurs par rapport à la distribution des RAG dans le cadre de plusieurs programmes d'aide aux réfugiés et d'assistance en cas de sinistres.

Les besoins nutritionnels et la disponibilité des produits

Le Tableau 2 donne les RAG de plusieurs opérations récentes d'aide aux réfugiés. Ces opérations ont été choisies pour étude en raison de la disponibilité des données qui les concernent et en raison du large éventail de types de programmes. Le tableau présente chaque programme RAG dans une année particulière de son opération. Il est évident que les conditions dans les camps et celles des paniers de vivres auraient changé avec le temps; toutefois, ces RAG peuvent servir d'exemples pour alimenter la discussion.

En raison des problèmes politiques et logistiques que pose la distribution de denrées alimentaires, il est possible que la quantité réelle de denrées reçues soit bien inférieure à celle que l'on espérait. À l'exception du Honduras et de la Thaïlande, l'apport énergétique total fourni était nettement inférieur aux besoins énergétiques prévus d'une famille entière.

De nombreux paniers de vivres examinés n'étaient pas équilibrés sur le plan des micronutriments (vitamines A, C et B1, fer). Des maladies dues à une carence en micronutriments se sont développées dans le cadre de plusieurs opérations d'aide, notamment chez les réfugiés qui dépendent entièrement de l'aide du donneur pour une période de temps prolongée. L'état nutritionnel de l'enfant réfugié (souvent pas optimal même au début de son statut de réfugié) peut se détériorer encore plus avec un séjour prolongé dans un camp. Le scorbut ou la carence en vitamine C sont apparus en Somalie et au Soudan (Magan et al. 1983; COR Health Unit 1985). Après que le gouvernement de

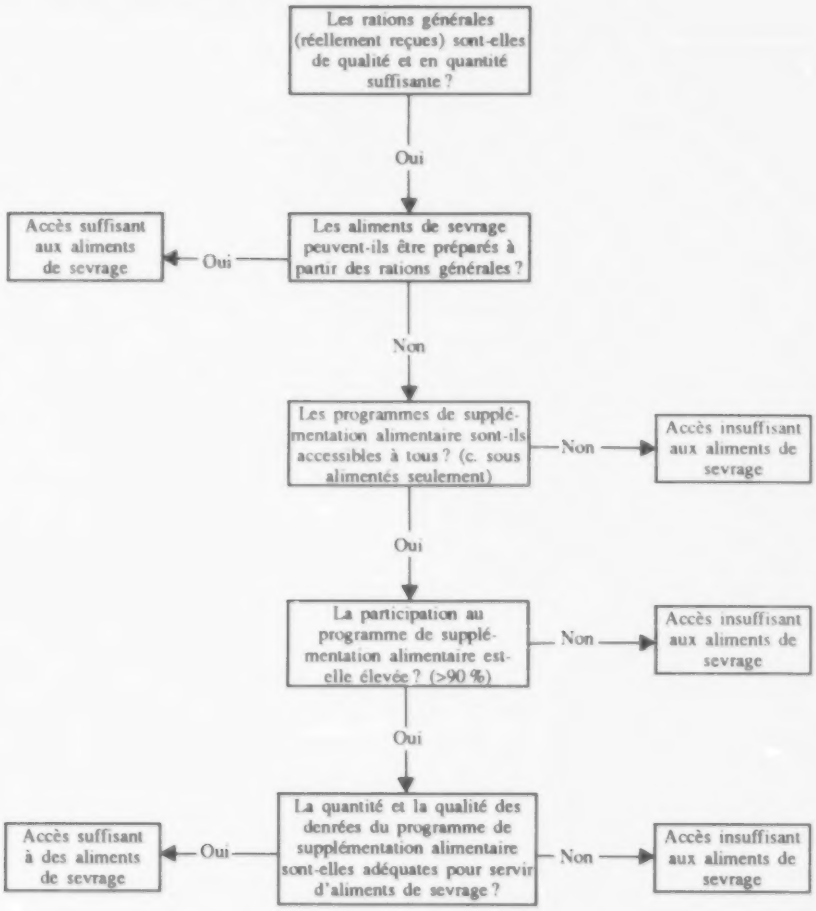

Fig 1. Algorithme d'évaluation de la pertinence de l'accès à des produits de sevrage satisfaisants dans les populations de réfugiés.

Somalie eut fermé les marchés qui se trouvaient près des camps, plus de 2 000 cas de scorbut se sont déclarés dans ces camps; cette maladie est apparue trois ans après l'arrivée des réfugiés (Magan et al. 1983). La carence en vitamine A s'est développée chez les réfugiés au Soudan et en Thaïlande (CDC 1983; COR Health Unit 1985). Afin d'éviter ces carences, il peut être nécessaire d'apporter, dans certains cas, une supplémentation vitaminique précise au régime alimentaire. Lorsque du lait écrémé en poudre (LÉP) est distribué, il devrait toujours être enrichi de vitamine A et en porter la mention visible.

Tableau 2. Rations alimentaires générales distribuées aux réfugiés par pays.

Pays	Denrée de base (g)	Source de protéines (g)	Huile (g)	Autre (g)	Total des calories	Observations
Bangladesh (1978)	Riz et farine de blé (465 – adulte) (233 – enfant)				1 300	
Honduras (1984)	Maïs (320) Riz (85)	Haricots (65) Lait (40) Protéines (30)	40	Sucre (50) Sel (15) Café (15) Légumes/fruits (100)	2 556	
Somalie du nord-ouest (1980)	Riz (100–200) Farine (60–100)	Lait écrémé en poudre (60)	60		1 330 (moyenne)	Surestimation probable de la distribution véritable
Somalie du sud (1985)	Blé (200–250) Riz (0–250) Farine de blé (100) Farine de maïs (0–30)	LÉC (0–30) Lait écrémé en poudre (30)	30	Dattes (0–20) Sel (20)	1 523 (moyenne)	
Soudan de l'est (1985)	Farine de blé (400)	Lentilles (60)	30		1 744 (prévu)	Distribution de denrées réelle; 400 g de farine de blé
Thaïlande (1980)	Riz (450)	Poisson (30) Haricots (50) Viande (15)	30	Sauce de poisson (5) Légumes (70)	2 140	

Sources: Aall 1979; CDC 1980; Eie 1980; Enos et al. 1984; Mackie 1985; HCNUR 1986.

Facilité de préparation et acceptabilité culturelle

Pour pouvoir utiliser ces aliments de sevrage, les mères doivent avoir les installations qui leur permettent de préparer des repas convenant à un très jeune enfant. Les mères ont besoin soit de denrées moulues soit d'avoir accès à des installations de mouture, à de l'eau potable, du combustible et, idéalement, avoir un bol réservé à l'enfant. Il peut être utile de disposer dans la collectivité d'un matériel de mouture réservé expressément à la préparation des aliments de sevrage ; ce matériel pourrait être conservé dans les centres d'hygiène maternelle et infantile. Une autre méthode pourrait être la distribution de mélanges d'aliments de sevrage appropriés (c.-à-d. céréales, légumineuses et graines oléagineuses) sous forme de rations d'aliments secs à emporter à la maison. Les mélanges appropriés pourraient être préparés au moyen de la technologie d'extrusion. Le procédé d'extrusion fournit un produit précuit qui est plus digeste et qui a une plus longue durée d'entreposage (Hornstein 1986). La forme sous laquelle les denrées sont distribuées peut être importante pour d'autres raisons : au Soudan, par exemple, de la farine de blé destinée à la cuisson a été distribuée ; toutefois, en raison de sa forte teneur en gluten, elle était immangeable sous forme de bouillie (Brown et Berry 1987).

Lorsque cela est possible, les produits donnés devraient être familiers et culturellement acceptables à ceux qui les reçoivent. Toutefois, ce sont souvent les surplus qui dictent le choix des denrées à distribuer. Pour rendre des denrées non familières agréables au goût ou, dans le cas du lait écrémé en poudre, pour prévenir les conséquences indésirables d'un mauvais usage, il convient d'informer la population quant au mode d'emploi de ces produits. Le lait écrémé en poudre est un article couramment accessible qui n'entre généralement pas dans le régime alimentaire autochtone. En raison du fait qu'il peut être utilisé à mauvais escient comme succédané du lait maternel, il ne devrait être distribué que sous forme de mélanges avec d'autres denrées sèches et non sous forme liquide. Les directives concernant sa préparation appropriée (c.-à-d. en le mélangeant avec des gruaux) doivent être fournies. Les haricots secs sont un autre exemple de denrées exigeant des directives de cuisson. En Somalie, en 1982, des haricots ont été distribués sans explication sur la manière de les préparer. Les réfugiés ont essayé sans succès de les faire cuire sans les avoir fait tremper. Une fois établis les cours de préparation culinaire, les réfugiés ont pu alors les intégrer dans leur régime alimentaire (M. Toole, communication personnelle).

Acceptabilité pour la consommation et contamination bactérienne

La détérioration des denrées (par ex. l'huile rance) peut rendre un produit impropre à la consommation. Les denrées offertes devraient être visiblement étiquetées et la date de péremption devrait être indiquée sur les sacs et les contenants.

Les denrées alimentaires doivent pouvoir être acceptées par l'organisme de

l'enfant: elles ne le sont pas lorsque l'enfant ne peut en digérer des quantités satisfaisantes (par ex. si l'aliment n'a pas une grande valeur calorique ou si l'enfant est nourri peu fréquemment) ou si les aliments sont indigestes en raison d'une mouture ou d'une cuisson inadéquates.

La prévention de la contamination alimentaire exige la disponibilité d'eau potable et de combustible pour la cuisson.

Conclusions

Les besoins de l'enfant réfugié en âge de sevrage sont couverts par la combinaison d'une ration alimentaire générale (RAG) et d'un programme de supplémentation alimentaire (PSA). Dans la plupart des cas, la RAG doit être la principale source d'aliments de sevrage. Les PSA sont conçus pour compléter les RAG et non pour les remplacer. Ces programmes ne couvrent pas tous les besoins énergétiques des enfants; en outre, en raison de l'admissibilité sélective, ou en raison d'une faible participation, de nombreux enfants réfugiés ne reçoivent pas de supplémentation alimentaire. En raison du coût relativement élevé des PSA, la plupart des experts recommandent de limiter les PSA aux enfants sous-alimentés. Par comparaison avec les RAG recommandées, les RAG sont, en fait, souvent carencées sur le plan énergétique et en autres éléments importants. Ces carences viennent s'ajouter aux difficultés qui existent déjà en ce qui a trait à la prestation d'aliments de sevrage satisfaisants.

À l'exception des études les plus récentes, il existe peu de lignes directrices visant à faciliter l'accès à des aliments de sevrage appropriés et leur utilisation. Les facteurs dont il faut tenir compte dans la préparation des aliments de sevrage ont été relativement bien délimités: besoins nutritionnels, disponibilité des denrées alimentaires, facilité de préparation, acceptabilité culturelle et sur le plan de la consommation. Dans la plupart des cas examinés, certains compromis ont été faits en ce qui a trait à l'intégration de ces facteurs dans les programmes d'aide alimentaire aux réfugiés.

Recommandations

- La planification de la prestation d'aliments de sevrage devrait faire partie intégrante de l'évaluation des programmes d'aide alimentaire. Il ne faudrait pas dépendre des PSA pour fournir des aliments de sevrage aux enfants réfugiés. Les RAG doivent être les principales sources de ces aliments de sevrage; par conséquent, pour évaluer la pertinence de la prestation des aliments de sevrage, la RAG doit être évaluée à la lumière des besoins spéciaux des enfants en âge de sevrage. Les ustensiles et outils de mouture appropriés, ainsi que le combustible et l'eau potable, permettant de préparer les aliments de sevrage, doivent également être disponibles.

- Compte tenu du fait que les denrées distribuées dans le cadre de nombreux programmes peuvent ne pas être familières à ceux qui les reçoivent, les pratiques de sevrage traditionnelles doivent être modifiées au moyen de démonstrations et d'instructions.

- En plus des RAG, la distribution de mélanges de sevrage appropriés pour les enfants en âge de sevrage, lorsque c'est possible, (par ex. produits de la technologie d'extrusion) devrait être une distribution de rations d'aliments secs pouvant être emportés à la maison; cette distribution pourrait prendre place dans les centres d'hygiène maternelle et infantile. Ces centres pourraient, au moyen de démonstrations sur la cuisson, contribuer également à pourvoir à l'éducation en matière de nutrition.

- L'agence principale des programmes d'aide alimentaire devrait être chargée d'assurer la disponibilité d'aliments de sevrage appropriés de qualité, en quantité suffisante.

- Il est nécessaire de faire plus de recherches afin de mettre au point les technologies appropriées aux cas des réfugiés et d'évaluer les effets du manque de produits de sevrage satisfaisants sur l'état nutritionnel et la mortalité des enfants.

Bibliographie

Aall, C. 1979. Disastrous international relief failure: a report on Burmese refugees in Bangladesh from May to December 1978. Disasters, 3, 429-434.

Brown, R.E., Berry, A. 1987. Prevention of malnutrition and supplementary feeding programs. In Sandler, R.H., Jones, T.C., ed., Medical care of refugees. Oxford University Press, Oxford, R-U. p. 113-124.

CDC (Centres for Disease Control). 1980. Third report of the CDC epidemiology team to the Somali Democratic Republic: current situation in refugee camps in Waqooyi Galbeed (Northwest) Region. CDC, Atlanta, GA, É-U. p. 13-22.

_____ 1983. Surveillance of health status of Kampuchean refugees. CDC, Khao I-Dang Holding Center, Thailand, décembre 1981–juin 1983. Morbidity and Mortality Weekly Report, 32, 412-415.

_____ 1985. Situation report: Eastern Sudan. CDC, Atlanta, GA, É-U. p. 2-3.

COR Health Unit. 1985. Prevalence of scurvy, anemia, goitre and lice among refugees in Eastern Sudan. COR Health Unit, Cedaref, Soudan. p. 1-8.

de Ville de Goyet, C., Seaman, J., Geijer, U. 1978. Nutritional relief: general food distribution, mass and supplementary feeding, the management of nutritional emergencies in large populations. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. p. 36-49.

Eie, E. 1980. Food and nutrition in Khao I-Dang Khmer refugee camp, Thailand. Comité international de la Croix-Rouge, Genève, Suisse. Rapport n° 2, 1-13.

Enos, D., Cuny, F., Krum, D., Nieburg, P., Same, J., Wickham, C. 1984. Food basket for Mesa Grande Camp, displaced persons in El Salvador: an assessment. U.S. Agency for International Development, Washington, DC, É-U.

HCNUR (Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés). 1982. Chapter 8: Food and nutrition. In Handbook for emergencies - Part 1: Field operations. HCNUR, Genève, Suisse, p. 95-113.

_____ 1986. Field office report, Somalia. HCNUR, Genève, Suisse.

Hornstein, I. 1986. Thriposha product and program. U.S. Agency for International Development, Washington, DC, É-U. p. 1-17.

Jelliffe, D.B. 1971. Approaches to village-level infant feeding: VI. The essential characteristics of weaning foods. Environmental Child Health, 17, 171-174.

Mackie, D. 1985. Preliminary Sudan report: Wad Sherife Camp. Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, Genève, Suisse. p. 1-6.

Magan, A.M., Warsame, M., Abdi-Kamal, A., Toole, M.J. 1983. An outbreak of scurvy in Somali refugee camps. Disasters, 7, 94-97.

OXFAM (Oxford Committee for Famine Relief). 1984. Part Two: Selective feeding programs. In OXFAM's practical guide to selective feeding programmes. Health Unit, OXFAM, Oxford, R-U. p. 27-40.

Simmonds, S., Vaughan, P., Gunn, S.W. 1983. Nutrition, refugee community health care. Oxford University Press, Oxford, R-U. p. 92-124.

UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance). 1986. Guidelines for program intervention, assisting in emergencies: a resource handbook for UNICEF field staff. UNICEF, New York, NY, É-U. p. 157-244.

Résumé des discussions

Encouragement de l'allaitement maternel et des pratiques améliorées d'alimentation du nourrisson et de l'enfant

L'étude de Janet Bradley, Sandy Baldwin et Helen Armstrong a donné lieu à une discussion sur un certain nombre de points. L'un d'eux se rapporte au besoin d'examiner non seulement les taux de commencement de l'allaitement mais également les durées de l'allaitement. Il a été suggéré que les modes d'allaitement existants — exclusif, substantiel et symbolique — devraient être examinés.

H. Armstrong a souligné l'importance de définir clairement le terme de « sevrage ». Ce terme est parfois utilisé pour indiquer l'administration d'aliments venant supplémenter le lait maternel; il est également utilisé pour indiquer la fin de l'allaitement. Il a été fait mention d'un objectif programmatique possible qui recommanderait des modes d'allaitement sur une période de dix mois. L'on s'est accordé pour dire qu'il fallait reconnaître la contribution apportée par le lait maternel pour couvrir les besoins nutritifs quotidiens d'un enfant de deux ans; toutefois, il a été souligné qu'une telle reconnaissance ne serait constructive que si elle est accompagnée de recommandations précises de nature à encourager l'allaitement prolongé.

Le besoin physiologique des nourrissons de recevoir des liquides en plus du lait maternel a fait l'objet d'un désaccord qui a toutefois été tranché grâce à des informations fournies par deux participants. Le Dr Andrew Tomkins a parlé de deux études qui ont traité de cette question et qui n'ont découvert aucun besoin de produits liquides supplémentaires chez le nourrisson. De toute manière, la quantité de liquides supplémentaires donnée par les mères ne représente qu'un faible pourcentage de la consommation liquide totale (souvent seulement 5 mL avant une tétée).

Le Dr Ken Brown a fait mention d'une étude publiée récemment qui est parvenue à des conclusions semblables. Quarante nourrissons de moins de six mois ont été étudiés au Pérou au coeur de l'été. Les pratiques d'alimentation des nourrissons ont été observées du lever du jour jusqu'à 16 heures. L'excrétion urinaire a été contrôlée. Dans quatre cas seulement la densité urinaire spécifique a dépassé 1015; en outre, il n'y a eu aucune preuve de déshydratation clinique ou d'efforts faits pour conserver les liquides. Une autre étude

(non publiée) au Pérou, était une étude longitudinale d'un an portant sur 153 nouveau-nés. Parmi les données recueillies se trouvait de l'information sur les pratiques d'alimentation et sur la morbidité; lorsque des produits liquides ont été ajoutés au régime de lait maternel, les taux de diarrhée ont doublé; en outre, il a été déterminé qu'il n'était pas requis de donner des liquides supplémentaires pour maintenir l'état d'hydratation des nourrissons alimentés au sein.

L'importance d'identifier ce que l'on appelait «points de résistance» a été mentionnée: de tels points font obstacle à l'encouragement de pratiques de diététique infantile améliorées, comme la prolongation de l'allaitement exclusif au-delà des six premiers mois de vie de l'enfant. Il a été proposé d'éliminer un de ces obstacles par la création d'une loi qui faciliterait la pratique de l'allaitement maternel à l'extérieur du foyer.

Il a été également question du fait que les travailleurs de la santé donnaient souvent aux mères des conseils incorrects en matière de nutrition. Il a été constaté que dans l'enseignement de la nutrition il était peu tenu compte des pratiques culturelles profondément enracinées, comme l'administration précoce de suppléments alimentaires. Le Dr Gopaldas a souligné l'énorme difficulté que pose la modification de ces pratiques et le peu de succès connus. Elle a également souligné le besoin d'examiner les facteurs comportementaux influant sur l'état nutritionnel des nourrissons et des enfants. Son expérience, fondée sur son étude portant sur des milliers de nourrissons de l'Inde, l'a confirmée dans sa croyance que la pratique d'alimentation du nourrisson pouvait être tellement ancrée qu'elle excluait toute possibilité de changement, quel que soit le niveau d'éducation atteint.

La discussion a ensuite porté sur le besoin d'évaluer ce qui peut être fait concernant ces pratiques profondément enracinées. Il a été rapporté que les changements semblaient plus facilement effectués dans les hôpitaux qu'au niveau communautaire. Par conséquent, il a été suggéré qu'une grande partie de l'information sur les soins de santé et l'hygiène pouvait n'être d'aucun secours: par exemple, on en donnait bien peu aux mères qui accouchaient à domicile.

Le défi à relever est celui de la création de régimes de sevrage plus sensés. Les travailleurs de la santé conseillent souvent de donner de l'eau aux nourrissons; cette pratique aurait vu le jour dans les années 50, lorsque de tels biberons étaient rendus nécessaires à cause des formules très concentrées alors en usage. La publicité en faveur des formules commerciales pour les nourrissons peut avoir également porté à croire que le colostrum est mauvais pour les nourrissons. Il a été recommandé de faire plus de recherches sur la capacité d'entreposage du lait maternel.

Une discussion sur le traitement de la jaunisse néonatale a ensuite été lancée. Une méthode actuelle de traitement consiste à alimenter l'enfant en liquides autres que le lait maternel. Toutefois, il a été indiqué que l'alimentation au sein, plutôt que les biberons d'eau, aiderait davantage à éliminer la

bilirubine; ce qui peut s'expliquer par le fait que la bilirubine est excrétée dans les selles et non dans l'urine.

Il a été reconnu à l'unanimité que la valeur du lait maternel en tant que source de nutrition dans la deuxième année de l'enfant a été sous-estimée. Toutefois, il a aussi été reconnu qu'il existait des problèmes pratiques en ce qui a trait à l'allaitement prolongé; certains aspects de la vie familiale encouragent, par exemple, le partage de la nourriture des adultes avec les jeunes enfants, interférant de ce fait avec les modes d'allaitement.

Étant donné le grand nombre de femmes africaines qui commencent à allaiter et qui continuent de le faire pendant au moins un an, il devient urgent d'augmenter la prise de poids des femmes enceintes et de couvrir les besoins nutritifs des femmes qui allaitent. Le Dr Seenappa a souligné qu'en Afrique, le gain de poids moyen pendant la grossesse n'était que de 9,5 kg environ (ou moins), alors qu'aux États-Unis, il est de 14 à 16 kg. H. Armstrong recommande de recueillir et de publier des données sur les besoins nutritifs des femmes qui allaitent au-delà des six premiers mois; une telle information serait utile dans le cadre des programmes d'aide alimentaire aux réfugiés, dont la plupart ne reconnaissent pas les besoins alimentaires supplémentaires des femmes qui allaitent.

La question des risques posés par l'allaitement aux femmes enceintes a été soulevée. A. Lechtig a déclaré que l'allaitement pendant les trois premiers mois de la grossesse n'avait pas d'effet préjudiciable sur le foetus ou sur la mère. L'allaitement prolongé sur les trois mois suivants était, toutefois, associé à un risque de faible poids corporel et de mauvais état nutritionnel. Une autre étude a été citée selon laquelle les femmes qui étaient bien nourries pendant leur grossesse ne présentaient aucune réduction de poids corporel, malgré le fait qu'elles allaitaient également.

Le sorgho et le millet en Afrique orientale et leur utilisation comme aliments de sevrage

Le Dr Seenappa a exposé plusieurs problèmes courants de la nutrition infantile: le nombre de repas par jour; la quantité consommée par repas; le contenu énergétique des aliments cuits; le contenu nutritif par unité d'énergie; et la biodisponibilité des aliments. Il a souligné le besoin d'examiner le repas de sevrage dans son entier, en fonction de sa composition chimique.

Il a été proposé d'encourager l'usage du sorgho et du millet dans le régime alimentaire de sevrage. Toutefois, compte tenu du fait que la lysine du sorgho est un acide aminé limitant, la question se pose de savoir si la disponibilité de la lysine dans un mélange suffit à soutenir la croissance du nourrisson ou de l'enfant.

La prestation des produits de sevrage aux réfugiés

Le besoin d'être circonspect lorsqu'on préconise de changer les pratiques de sevrage habituelles a été souligné. Malgré les avantages à court terme qu'offrirait une approche radicale, les connaissances et expériences locales acquises au cours de générations pourraient être perdues. De ce fait, il est vital d'examiner les théories et pratiques actuelles sur l'aide alimentaire aux réfugiés. Les programmes d'alimentation qui font appel aux produits commerciaux peuvent augmenter la dépendance en déchargeant la mère de la responsabilité de l'alimentation; cela peut entraîner par la suite des résultats indésirables dans les coutumes d'alimentation locales, comme une perturbation des modes d'allaitement ou un développement d'attitudes négatives envers le lait maternel et envers certains aliments de sevrage.

Bien que le besoin de prévenir le retard de croissance ait été reconnu, il a été souligné que la nourriture n'est pas seulement une source d'éléments nutritifs; c'est également un instrument qui peut encourager ou retarder le développement social. C'est pourquoi l'administration de nourriture n'est pas la seule réponse à une situation d'urgence; une autre réponse appropriée pourrait être la prestation de terres, de semences et d'outils; il s'ensuit, par conséquent, qu'il faut tenir compte des facteurs économiques et des contraintes politiques.

Les personnes classées comme étant «déplacées» (en raison d'une sécheresse ou d'une agitation sociale) sont souvent placées dans la même situation que les personnes ayant un statut de «réfugiés». La question de savoir si le groupe des réfugiés est le plus désireux des deux d'accepter les changements a été soulevée. Une telle volonté pourrait être rehaussée par un changement d'attitude de la part des travailleurs auprès des réfugiés: ces travailleurs devraient être encouragés à considérer leur travail comme quelque chose de plus qu'un travail d'attribution parcimonieuse de denrées alimentaires; ils semblent peu concernés par des questions telles que l'acceptabilité culturelle des suppléments alimentaires, ou par l'effet de ces suppléments sur les coutumes alimentaires locales.

Séance II

Pratiques de sevrage et procédés de changement

Les pratiques traditionnelles de sevrage en Éthiopie

Gugsa Abate[1] et Carol Yohannes[2]

[1]Ethiopian Nutrition Institute, BP Box 5654, Addis Ababa, Éthiopie
[2]Fonds des Nations Unies pour l'enfance, Section de la nutrition, Addis Ababa, Éthiopie

Résumé *Le présent document examine les études de l'Institut éthiopien de la nutrition sur le régime alimentaire des nourrissons et des jeunes enfants. Ces études indiquent une incidence élevée de malnutrition, dont le premier signe apparaît généralement passé six mois. Les facteurs contribuant à cet état sont l'introduction tardive d'une supplémentation alimentaire, de hautes incidences de maladies infectieuses, des interdits sociaux indésirables et de mauvaises conditions économiques. Un aliment de sevrage peu coûteux et à forte teneur protéique connu sous le nom de «faffa» a été mis au point en vue de réduire les problèmes nutritionnels; cette denrée a un impact nutritionnel appréciable sur un certain secteur de la population infantile. L'allaitement maternel est souvent prolongé sur une assez longue période, notamment dans les régions rurales. La plupart des aliments de sevrage habituels sont préparés à partir de diverses céréales, mais de telle façon que le nourrisson ne peut facilement les consommer ni les digérer. Le concept de l'alimentation améliorée des nourrissons et des jeunes enfants n'est pas très bien compris dans la plupart des familles éthiopiennes.*

La plupart des aliments de base consommés en Éthiopie contiennent des quantités adéquates de minéraux, de vitamines et de calories. Toutefois, la croissance correcte de l'enfant est le résultat à la fois d'une consommation suffisante d'éléments nutritifs et d'une faible incidence d'infections; une alimentation insuffisante et des maladies infectieuses amenuisent les forces de l'organisme et, de ce fait, sa capacité d'utiliser comme il se doit les éléments nutritifs contenus dans les aliments.

Ces dernières années, plusieurs enquêtes sur l'état nutritionnel ont été entreprises; l'indicateur le plus couramment utilisé a été le rapport poids/taille (pds/t). Ce système a deux avantages: d'abord, il n'exige pas de connaître l'âge des enfants, qui est souvent difficile à obtenir; deuxièmement, vu que le poids critique est censé être un poids inférieur de 80% à celui qui est considéré comme étant normal pour la taille de l'enfant, ce système peut rapidement indiquer si une situation s'aggrave ou si elle s'améliore.

La première enquête complète sur la nutrition menée en Éthiopie l'a été en 1957. Ses résultats ont montré que l'état nutritionnel général de la population

était légèrement inférieur au niveau requis pour son degré d'activité. Les signes de malnutrition protéique et de carences en vitamines A et C ont été constatés dans certaines couches de la population. Le goitre endémique prédominait dans plusieurs régions. Un rachitisme peu sévère était présent chez près de 30 % des enfants d'âge préscolaire.

Une autre étude approfondie a été effectuée par l'Institut éthiopien de la nutrition (IEN) dans cinq régions représentatives de plus de la moitié de la population. Cette étude a révélé des résultats semblables à ceux de l'étude faite en 1957: jusqu'à l'âge de six mois, le poids des nourrissons était comparable à celui des enfants du même âge des pays industrialisés; toutefois, au bout de six mois, le rapport poids/âge commençait de décliner. Plusieurs facteurs sont responsables de ce fait: parmi eux, le principal est l'introduction tardive de la supplémentation alimentaire et la grande prédominance des maladies infantiles. Les interdits sociaux et les mauvaises conditions économiques viennent aggraver cette situation.

Une enquête faite en 1985 auprès d'un échantillonnage représentatif de 1 510 enfants de 12 «kebelles» d'Addis Ababa a trouvé que 2,3 % des enfants souffraient de malnutrition aigüe (pds/t inférieur à 90 %) et 21 % présentaient un fléchissement de la croissance dans leur deuxième année de vie. Hofvander (1970) a remarqué la prédominance du goitre chez 8,5 % à Addis Ababa, 26,9 % et 53,1 % respectivement dans les villes de Ijaji et de Backo.

Les stratégies nationales visant à combattre la malnutrition

Pour alléger ces problèmes nutritionnels, l'IEN a été établi en 1962 comme entreprise conjointe des gouvernements éthiopien et suédois. Pendant ses premières années d'existence, l'Institut s'est consacré à recueillir des données de base et à développer un produit de sevrage à base de blé peu coûteux, à forte teneur protéique, connu sous le nom de «faffa». L'objectif de la production du «faffa» était d'atteindre les familles économiquement faibles des milieux urbains. Cependant, il est aujourd'hui évident qu'en raison du pouvoir d'achat accru des familles urbaines des classes moyennes, le «faffa» est principalement consommé par les enfants de cette couche sociale (une exception notable a été le rôle joué par le «faffa» qui a sauvé la vie des victimes de la grande sécheresse et des familles déplacées pendant la période de 1980 à 1985). En même temps, d'autres produits comme le «dube», l'«edget», le «cerepham» et le «shiro» étaient développés. Nous disposons aujourd'hui d'un «faffa» peu coûteux, à base de sorgho, et des arrangements sont pris avec le gouvernement suisse pour établir une espèce de soja dégraissé afin d'éliminer le besoin d'importer de la farine de soja pour enrichir les suppléments alimentaires.

En Éthiopie, où la société est à prédominance rurale et très unie, l'allaitement au sein est souvent prolongé jusqu'à ce que la source biologique naturelle d'alimentation soit épuisée ou jusqu'à la venue d'une autre grossesse, surtout dans les régions rurales. L'importance du colostrum pour l'immunisa-

tion du nouveau-né est généralement reconnue. Le coût prohibitif des succédanés alimentaires décourage l'allaitement au biberon, notamment dans la population rurale et chez les pauvres des milieux urbains. Cependant, malgré cette acceptation largement répandue de l'allaitement au sein, les responsables des politiques devraient l'encourager en procédant à une révision importante des programmes de formation et d'enseignement; les avantages incluraient une meilleure connaissance de la nutrition maternelle et pour les femmes, une affirmation de leur statut social en dehors de leur fardeau traditionnel de grossesses fréquentes et souvent non désirées.

Les pratiques de sevrage traditionnelles

Entre les âges de six à 18 mois, l'enfant franchit une étape qui est critique pour sa survie. L'un des facteurs contribuant à la malnutrition des nourrissons est l'alimentation au sein prolongée sans l'introduction appropriée et opportune de suppléments alimentaires. Le sevrage est un processus au cours duquel des aliments qui sont à la fois appropriés et qui ont bon goût sont introduits, à mesure des besoins nutritionnels accrus de l'enfant. Le sevrage précoce pose un risque d'infection; le sevrage tardif laisse le nourrisson carencé en plusieurs nutriments et pose, de ce fait, des risques à sa croissance et à son développement. Plusieurs facteurs doivent être considérés en ce qui a trait à la supplémentation alimentaire: la valeur nutritive, la facilité de préparation, l'hygiène, la digestibilité et la densité. Lorsqu'on introduit la pratique de la supplémentation, il est nécessaire de faire attention à la fréquence et à la régularité des repas et à tout interdit culturel pouvant avoir été associé aux aliments. Dans de nombreuses régions de l'Éthiopie, l'enfant en âge de sevrage reçoit rarement des formules alimentaires spéciales; on lui donne plutôt progressivement à manger les mêmes aliments que les adultes, des aliments qui sont souvent dilués et qui ont un contenu nutritif inadéquat.

Immédiatement après la naissance et avant le commencement de l'allaitement, le nouveau-né est souvent nourri de beurre. Une petite quantité d'eau lui est aussi donnée, soit mélangée au beurre, soit seule. Donner du beurre à l'enfant dès son premier jour de vie a pour but de lui «dégager la gorge» ou de «la graisser» et «d'éliminer les saletés» de l'estomac. Cela fait, l'allaitement au sein peut commencer. L'administration de beurre se poursuit, en moyenne, jusqu'à un à deux mois; dans certaines régions, elle se poursuit encore plus longtemps, le beurre étant mélangé à un liquide tiré du fenouil (*Trigonella faenum graecum*).

Selon une pratique largement répandue, on donne à l'enfant de quelques jours, et ce jusqu'à ce qu'il soit en âge de marcher, un liquide fait de graines de fenouil bouillies. Parfois, ce liquide est donné à l'enfant au premier jour de sa vie, selon la croyance que cela éliminera les résidus intestinaux. Dans certaines régions, il s'agit de la seule supplémentation alimentaire acceptée pour l'enfant jusqu'au moment où il partagera la nourriture des adultes.

La manière la plus courante de préparer le fenouil pour le nourrisson con-

siste à faire bouillir les graines entières quatre à cinq fois et de jeter successivement chaque lot d'eau bouillie, dans le but d'éliminer le goût amer. Le nourrisson recevra le liquide provenant de la dernière eau bouillie. Bien que les graines contiennent de 20 à 22 % de protéines, le liquide tiré de l'eau d'ébullition des graines n'en contient que 0,5 % et il est donc insatisfaisant du point de vue nutritif. Ces mêmes graines sont utilisées de nouveau de deux à sept fois — chaque fois l'eau contient moins de protéines. Dans certaines régions, l'eau de fenouil n'est jamais utilisée seule mais elle est mélangée avec du lait, du beurre ou des épices.

Selon la disponibilité du lait, qui varie grandement d'une région à l'autre, du lait dilué et des produits laitiers sont donnés à l'enfant à partir de deux à trois mois et au moins jusqu'à un à deux ans; ces repas sont donnés quotidiennement ou plusieurs fois par semaine. Le lait est généralement du lait de vache et, moins souvent, de chèvre et de chamelle. Dans les régions urbaines, le lait en poudre commercialisé est également utilisé.

Le mode d'allaitement

Le nourrisson reçoit du lait maternel deux à trois jours après la naissance. Bien que le beurre, le fenouil et le lait d'origine animale dilué lui soient donnés à un âge précoce, le lait maternel est la principale composante du régime de l'enfant pendant les six premiers mois, particulièrement dans les régions rurales. L'alimentation au sein se poursuit généralement, avec l'addition de certains aliments de sevrage à base de céréales, jusqu'à ce que l'enfant ait deux à trois ans. Dans certaines collectivités, les enfants reçoivent uniquement du lait maternel jusqu'à ce qu'ils commencent à manger les mêmes aliments que les adultes.

Selon les études effectuées par l'IEN sur la durée de l'allaitement maternel, les mères des régions rurales allaitent bien plus longtemps que celles des régions urbaines. On a observé une tendance à la cessation précoce de l'allaitement maternel dans les collectivités où le lait est relativement abondant et à l'allaitement prolongé dans les régions où le lait d'origine animale est rare. Dans certains groupes culturels, il a été observé que la période d'allaitement des garçons était considérablement plus longue que celle des filles; cette différence est due à la notion, prédominante dans ces groupes, que les garçons ont besoin d'avoir plus de forces que les filles.

Les aliments de sevrage à base de céréales

Le moment où les nourrissons commencent le véritable processus de sevrage, c.-à-d. où ils commencent à manger des aliments solides à base de céréales, n'est pas le même partout au pays. Il varie considérablement selon la composition ethnique de la population, le niveau d'urbanisation et le statut socio-économique des familles. Cependant, en général, dans les régions rurales, le sevrage commence très tard (lorsque les nourrissons ont huit à 12 mois), tandis que dans les régions urbaines, il commence à environ cinq mois. Il a été dit que la raison de l'introduction tardive du sevrage dans les régions

rurales était due à l'odeur désagréable des selles des enfants. En outre, les mères croient que si les enfants reçoivent des aliments solides avant six mois, ils développeront un gonflement de l'abdomen. Les bouillies, les gruaux, le « fetfet », le « ketta » et le « dabo » sont les aliments de sevrage traditionnels populaires utilisés dans la plupart des familles (Tableau 1).

Lorsque les mères ajoutent des aliments solides au régime de leurs nourrissons, elles leur donnent traditionnellement des bouillies à base de différentes céréales (Tableau 1). À mesure que l'enfant grandit, on lui donne du gruau en plus des bouillies et il reçoit ces deux aliments jusqu'à la fin de sa deuxième année. Lorsque l'enfant a deux ans environ, il reçoit du « fetfet », du « ketta » et du « dabo » ; peu après, on lui donne le même régime alimentaire que les adultes, qui consiste principalement en pain mince levé (« injera ») avec de la sauce forte (« wot ») faite de légumineuses (hachés ou moulus et épicés). Lorsque c'est possible, on ajoute du beurre à tous ces aliments de sevrage. Des céréales ou des légumineuses entières, grillées ou bouillies, ou les deux, sont aussi données comme petit repas aux enfants plus grands qui sont capables de bien les mastiquer.

La plupart des aliments traditionnels de sevrage sont préparés à partir de différentes céréales, parmi lesquelles les principales sont le « tef » (*Eragrostis abyssinica* — unique à l'Éthiopie), le sorgho, l'orge, le maïs et le blé. Cependant, dans les régions méridionales, les régimes des nourrissons sont préparés surtout à partir de la banane d'Abyssinie (*Ensete ventricosum*), qui est l'aliment de base de la région.

Les légumineuses cultivées comprennent les pois chiche, les pois des champs, les haricots et les vesces. À la différence des céréales, les légumineuses ne sont jamais utilisées dans la préparation des aliments de sevrage. Leur

Tableau 1. Principaux aliments de sevrage traditionnels à base de céréales.

Aliment de sevrage	Produits crus utilisés
Bouillie	Tef, sorgho, orge, maïs, blé, blé épeautre et ensete (banane d'Abyssinie)
Gruau	Tef, sorgho, orge, maïs, blé, blé épeautre et ensete
Fetfet[a]	Tef, sorgho, orge, maïs, blé, gros haricots, pois chiche, pois des champs et lentilles
Ketta[b]	Tef, sorgho, orge, maïs, blé, ensete et pois chiche
Dabo[c]	Tef, sorgho, orge, maïs, blé et blé épeautre

[a] Pain levé mince (« injera ») mélangé à une sauce aux légumineuses.
[b] Pain sans levain.
[c] Pain épais levé.

principale utilité est de servir à la confection d'une sauce («wot») qui peut être consommée avec le mince pain levé en «fetfet». Sauf en ce qui concerne les oignons, le chou fourrager et les pommes de terre, les fruits et les légumes ne sont pas largement utilisés dans l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants, bien qu'une grande variété en soit cultivée. De nombreux enfants ne reçoivent pas de protéines d'origine animale: leur source protéique est entièrement d'origine végétale, la principale partie provenant des céréales. Le concept de la préparation d'aliments pour nourrissons à partir d'un mélange de céréales, de légumineuses et d'autres denrées alimentaires ne s'est pas encore répandu dans la plupart des régions du pays.

Dans certaines collectivités, il existe des interdits frappant certains aliments et on n'en donne donc pas à manger aux nourrissons et aux jeunes enfants: le miel est interdit, parce que l'on croit qu'il provoque le bégaiement; les oeufs sont censés donner des parasites intestinaux comme le ver solitaire; il est dit que si les enfants mangent du foie, ils perdront leurs dents; et parce que le coeur est traditionnellement considéré comme étant le siège de la mémoire, on pense que ceux qui mangent du coeur perdront la mémoire. Certaines mères n'incluent pas certaines céréales, comme le sorgho et le blé, dans le régime de leurs enfants, parce qu'elles croient que ces céréales leur donneront des ascarides.

Les études alimentaires entreprises dans différentes régions du pays montrent toutes que les régimes alimentaires des nourrissons et des enfants d'âge préscolaire sont gravement carencés en énergie et que souvent ils ne couvrent pas les besoins des enfants en calcium, iode, fer et en la plupart des vitamines. La consommation protéique n'est pas seulement insuffisante, elle a relativement peu de valeur biologique, étant donné que la plupart des protéines totales proviennent de sources végétales. Selon ces études, il n'existe presque pas d'aliments digestes, faciles à consommer et nourrissants pour les bébés dans la plus grande partie de l'Éthiopie.

Stratégies visant à améliorer les pratiques d'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants

Il existe en Éthiopie des organisations qui se consacrent à introduire et mettre en oeuvre des activités de développement visant à améliorer la qualité de vie des gens, notamment des masses rurales. Les stratégies suivantes sont recommandées pour renforcer ces objectifs:

- Utilisation de toutes les voies de communication — associations de bénévoles, chefs religieux, écoles et associations de jeunes, de femmes et de fermiers — pour informer la collectivité de la valeur de l'allaitement maternel. Les associations de femmes devraient lancer des campagnes de sensibilisation pour faire connaître de meilleures méthodes de sevrage. La formation des bénévoles de la communauté devrait être améliorée.

- Le secteur public devrait présenter une certaine cohérence dans ses communications sur l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants. L'encouragement de l'allaitement maternel et des pratiques appropriées en matière d'alimentation devrait être intégré dans les pratiques générales d'hygiène maternelle et infantile, les politiques nationales d'alimentation et de nutrition et les soins de santé primaires.

- Un effort national plus concerté devrait être déployé pour assurer la continuation d'une recherche épidémiologique systémique.

- En ce qui concerne l'encouragement de l'usage des ingrédients locaux, des stratégies plus « démonstratives » de formation et d'éducation devraient être utilisées au moyen de programmes de santé, d'éducation et de vulgarisation agricole.

- Les pays doivent reconnaître qu'il faut subventionner les produits de sevrage afin de les rendre accessibles aux groupes à faibles revenus. Cela peut être réalisé en partie grâce à la création d'unités de production de coût peu élevé au niveau de l'association de fermiers; de telles unités pourraient être planifiées et administrées par les organisations nationales. Les initiatives pratiques et appropriées traitant des questions suivantes devraient recevoir une aide gouvernementale: amélioration de la valeur nutritionnelle et des normes d'hygiène des aliments de sevrage traditionnels et locaux; création de régimes équilibrés pour les nourrissons; information des mères sur l'alimentation appropriée des enfants; et encouragement des échanges d'informations sur les modes d'alimentation des jeunes enfants entre les pays de la région. Le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) pourrait jouer un rôle clé dans le traitement de telles questions.

Bibliographie

Hofvander, Y. 1970. Ethiopian Medical Journal, 8, 179.

Les aliments de sevrage au Kenya: traditions et tendances

R. Oniang'o[1] et D.J. Alnwick[2]

[1]Department of Home Economics, Kenyatta University College, BP 43844, Nairobi, Kenya;
[2]Fonds des Nations Unies pour l'enfance, BP 44145, Nairobi, Kenya

Résumé *Des groupes de mères et de grand-mères de six districts du Kenya (quatre à six femmes par groupe) ont tenu des discussions sur l'usage de bouillies fermentées pour alimenter les jeunes enfants. La bouillie de céréales fermentée est d'usage répandu et elle est préparée en faisant d'abord fermenter puis cuire un mélange de farine de céréales et d'eau. Comme les discussions l'ont indiqué, les attitudes à l'égard de l'usage de telles bouillies pour alimenter les enfants varient ; à Meru, des bouillies légèrement acides sont jugées convenir aux enfants de six mois ; toutefois, dans d'autres districts, ces bouillies ne sont pas données aux enfants de moins d'un an. Aucun rapport n'a été fait de graines germées utilisées dans la préparation d'aliments spécialement réservés aux jeunes enfants.*

La méthodologie

En 1986, on demanda aux étudiants de fin d'année du département d'économie domestique du collège universitaire de Kenyatta d'enquêter sur les méthodes d'alimentation des nourrissons dans leur localité. On leur fit une brève présentation sur les méthodes d'entrevues de groupes-cibles et on leur demanda de former de petits groupes pour discuter des pratiques d'alimentation des nourrissons dans leurs propres collectivités. Dans chaque collectivité, des discussions furent tenues avec un groupe de mères ayant de jeunes enfants et avec un groupe de grand-mères. On demanda aux mères de parler des pratiques qu'elles employaient et de donner leurs points de vue à ce sujet et on demanda aux grand-mères de faire des commentaires sur la manière dont ces pratiques et ces points de vue différaient de ceux du passé. On demanda aux étudiants d'orienter les groupes vers une discussion des thèmes suivants: introduction de suppléments alimentaires; préparation de bouillies pour les jeunes enfants; usage de bouillies fermentées et de préparations nécessitant des graines germées; et attitudes à l'égard de l'alimentation des enfants malades. Les groupes de discussion ont été réunis dans les districts de Machakos, Kiambu, South Nyanza, Uasin Gishu, Meru et Kakamega.

Les résultats

L'alimentation des enfants de moins de quatre mois

En général, tous les groupes de jeunes mères reconnaissaient que l'allaitement au sein constituait le meilleur moyen d'alimenter les jeunes enfants. D'autres aliments sont introduits lorsque l'enfant a d'un à quatre mois; cette supplémentation alimentaire prend place lorsque le « bébé (est) insatisfait et pleure encore après la tétée » et lorsqu'il n'y a pas « suffisamment de lait ». La supplémentation alimentaire couramment donnée à l'époque de ces discussions consistait en lait de vache dilué, selon une mesure de lait pour une mesure d'eau.

Les discussions avec les grand-mères ont révélé deux points intéressants liés aux pratiques traditionnelles d'alimentation précoce: à une certaine époque, la supplémentation alimentaire commençait immédiatement après la naissance et l'allaitement maternel se poursuivait jusqu'à ce que l'enfant ait quatre ou cinq ans. Les grand-mères de Meru croyaient que le lait maternel seul ne pouvait couvrir les besoins des nouveau-nés et que leur régime devait être complété par quelque chose qui « reste plus longtemps » dans l'estomac.

La première nourriture solide donnée aux bébés de Meru était autrefois le « tuu tuu ». Celui-ci était préparé à partir d'une variété spéciale de petite banane douce, pelée et grillée dans des cendres chaudes. On enlevait ensuite la couche extérieure et la mère mâchait la banane pour bien la mélanger avec sa salive. Elle introduisait ensuite cette pâte avec le doigt dans la bouche du bébé. Les patates douces étaient préparées de la même manière. Pour les enfants un peu plus vieux, le « tuu tuu » était préparé à l'avance et conservé dans une calebasse spéciale munie d'un couvercle; les enfants plus grands pouvaient ensuite en nourrir le bébé. Dans les discussions, les grand-mères ont décrit la préparation du « tuu tuu » pour des groupes de bébés. Une préparation de bananes mâchées presque identique a été décrite par les groupes de Kiambu. La pratique de la mastication de la nourriture pour les jeunes enfants a été à un certain moment découragée (notamment par les missionnaires) et elle est aujourd'hui considérée comme une « pratique sale. » Cependant, les interviewers ont eu l'impression que certaines mères de Meru préparaient toujours le « tuu tuu » de cette ancienne manière, bien qu'elles n'aient pas voulu l'admettre.

Dans certaines parties du district de Kakamega, il était d'usage de donner aux enfants une bouillie très claire, à base de sorgho ou de millet, dès leur naissance; cependant, dans d'autres parties du district, la bouillie n'était donnée que bien plus tard lorsque l'enfant commence à saisir la nourriture. Les grand-mères de Meru ont déclaré que dans le passé, les bébés étaient mieux nourris: « On ne pouvait pas voir leurs articulations » (c.-à-d. que les bébés étaient très gras!). L'allaitement se prolongeait jusqu'à ce que l'enfant ait cinq ou six ans: « Lorsqu'un autre bébé naissait, on pouvait toujours les nourrir tous les deux au sein et ce n'est que lorsque le plus jeune se mettait à pincer et à gratter le plus vieux que celui-ci abandonnait la partie. »

À Uasin Gishu, le premier supplément alimentaire administré aux bébés est du lait de vache fermenté («mursik»). Le lait est fermenté dans une gourde propre, dont l'intérieur est frotté à l'aide d'un charbon spécial préparé à partir d'un type de bois de clayonnage. On laisse ensuite le lait aigrir pendant une période allant jusqu'à trois jours. Toutefois, le lait très acide n'est pas donné aux bébés. Le pain trempé dans le thé constitue également un autre supplément alimentaire donné aux jeunes enfants.

Le sevrage

On a demandé aux répondantes à quel moment leurs enfants avaient besoin d'une supplémentation alimentaire (en dehors du lait de vache et de la banane prémastiquée). Les grand-mères ont offert trois indicateurs pour déterminer le bon moment: lorsque l'enfant commence à saisir les aliments que mange la mère; lorsqu'il lui pousse une dent du bas; ou lorsque six mois lunaires se sont écoulés depuis la naissance.

La plupart des groupes ont décrit une bouillie de céréales (généralement non fermentée) comme étant la première nourriture de sevrage. Les céréales les plus populaires sont des variétés de sorgho (*Sorghum vulgare*, en swahili «mtama»), l'éleusine (*Eleucine corancana*, en swahili «wimbi»), ou le millet de jonc (*Pennisetum typhoideum*, en swahili «uwele»). À Mbita, district de South Nyanza, le sorgho rouge décortiqué était considéré la céréale idéale; on le préférait au sorgho blanc parce qu'il «donnait moins de troubles d'estomac aux enfants et les rendait potelés». De nos jours, on accorde une préférence à la bouillie «wimbi» parce que le «passage des selles» est plus facile que lorsque les enfants sont nourris à la bouillie de sorgho. Depuis les 30 dernières années environ, le maïs est devenu de plus en plus populaire comme ingrédient de bouillie, soit seul, soit en mélange. Étant donné qu'à Meru le millet est considéré «trop riche», on préfère le maïs pour faire des bouillies. Dans certaines régions du Kenya, la farine de manioc est ajoutée à un mélange de céréales.

Dans plusieurs districts, des oeufs de poule crus sont ajoutés à la bouillie. Cette technique a été grandement encouragée par les travailleurs de la santé: l'addition d'un oeuf cru à une bouillie très chaude constitue une manière rapide et pratique de faire légèrement cuire l'oeuf. Cela peut peut-être poser des risques lorsqu'on utilise des oeufs crus avec une bouillie qui n'est pas très chaude: on sait que le blanc des oeufs crus contient de l'avidine, une substance qui se fixe à la biotine; les oeufs improprement entreposés peuvent présenter également un risque de contamination bactérienne.

La bouillie fermentée

Les discussions ont révélé que la bouillie fermentée est populaire et largement consommée par les adultes et les enfants plus grands dans tous les districts, sauf dans celui d'Uasin Gishu. Dans la plupart des districts, la bouillie fermentée est jugée particulièrement bénéfique pour les mères qui viennent juste d'accoucher et pour les mères qui allaitent en général; il est dit que la

bouillie aide la mère à se rétablir et stimule la production de lait maternel. Dans le district de Meru, on croyait que les lactations d'une durée de cinq à six ans étaient rendues possibles grâce à la consommation par la mère de bouillies de millet fermenté. Dans plusieurs districts, on croit aujourd'hui que les boissons gazeuses embouteillées, le jus de cassis concentré (en vente dans le commerce) et le cacao facilitent la lactation.

Dans le district de Meru, les bouillies fermentées étaient autrefois une nourriture des plus prestigieuses et elles tiennent encore aujourd'hui une place de choix dans d'importantes cérémonies, comme le paiement d'une dot. Il est dit que pour préparer une bonne bouillie, il faut apporter une grande attention à la propreté. Tous les lots de bouillie ne fermentent pas bien et l'on méprise les femmes dont les bouillies ne fermentent pas bien.

En ce qui concerne l'usage de la fermentation dans la préparation des aliments de sevrage, c'est seulement à Meru que l'on donne des bouillies fermentées et elles doivent être «légèrement fermentées» ou «diluées». Dans d'autres districts, la bouillie fermentée est considérée comme étant nocive pour les enfants de moins de 12 mois; on dit qu'elle provoque des troubles allant de la constipation à l'indigestion, aux brûlures d'estomac et à la diarrhée.

La préparation

Toutes les recettes décrites étaient semblables, à l'exception de celle d'Uasin Gishu. Une farine composée de différentes céréales est d'abord préparée – aujourd'hui dans un broyeur à marteaux mais auparavant en écrasant à la main un mélange de grain et d'eau entre deux pierres (à Meru, on pense toujours que cette dernière méthode permet de faire de meilleures bouillies). Lorsqu'on pratique le broyage à la main, on prête une grande attention à la taille des particules: on obtient les meilleures bouillies avec un mélange qui n'est ni trop épais, ni trop lisse.

On fait ensuite chauffer le mélange (et non bouillir) et lorsqu'il est chaud on en remplit des gourdes pour le laisser reposer pendant la nuit. On enlève le liquide clair qui s'est déposé à la surface. On remue ensuite le mélange qui est alors prêt à manger. Les eaux de lavage du récipient dans lequel on a fait cuire la bouillie servent à fabriquer une boisson acide qui étanche la soif et qui est connue sous le nom de «rurima».

À Meru, on n'utilise aucun «catalyseur» pour préparer la bouillie de millet; dans le cas des bouillies à base de sorgho rouge décortiqué, on aide la fermentation en ajoutant du jus de patates douces crues ou du jus extrait des feuilles d'une plante appelée «rung'oo» (le nom botanique de cette plante n'était pas établi).

Les bouillies fermentées sont également préparées avec du maïs. Le maïs est d'abord décortiqué par un broyage à l'eau, ensuite mélangé à de la farine d'éleusine et fermenté pendant jusqu'à cinq jours. On prélève des portions de ce mélange en fermentation selon les besoins et on les fait cuire. Dans le

South Nyanza, la farine de céréales (un mélange de sorgho, de millet, de maïs et parfois de manioc) est mélangée avec de l'eau chaude et mise à fermenter pendant la nuit. On verse ensuite le mélange dans de l'eau bouillante pour le faire cuire.

Une différente méthode de fermentation est employée à Uasin Gishu. On fait une pâte avec de la farine de maïs cru et de l'eau que l'on laisse fermenter dans un récipient couvert pendant une semaine; une moisissure se développe à la surface et la pâte devient très acide. Cette pâte est ensuite morcelée et ajoutée à de l'eau bouillante pour faire une bouillie épaisse qui peut être servie avec de la margarine, du lait ou du sucre. Cette bouillie appelée « musarek ce kikimindili » n'est pas destinée aux enfants.

Usage dans l'alimentation des enfants

Il n'a jamais été rapporté que la bouillie fermentée était préparée expressément pour alimenter les jeunes enfants. Cette bouillie est préparée pour toute la famille et les enfants au-dessus d'un certain âge sont encouragés (ou autorisés) à en manger. Dans certains districts de Meru et de Kakamega, les nourrissons sont encouragés à en manger à partir d'environ six mois; dans d'autres districts cependant, ces bouillies ne sont pas jugées bonnes pour les enfants de moins d'un an; certaines répondantes ont déclaré qu'il fallait attendre que les enfants soient considérablement plus âgés – qu'ils aient plus de cinq ans – avant que l'on commence à leur donner de telles bouillies.

Le point de vue des consommateurs

Parce qu'elle a meilleur goût et qu'on peut la manger sans ajouter de sucre, la bouillie fermentée a la préférence de la plupart des groupes sur la bouillie ordinaire, n'ayant subi aucune transformation. Autrefois, la douceur de la bouillie fermentée était importante lorsque le sucre de canne n'était pas disponible; le sucre ou le jus de citron avec du sucre sont des saveurs modernes, comme le thé. Le groupe de Kakamega a fait état d'un avantage supplémentaire qui se rapporte à la bonne capacité d'entreposage de la bouillie fermentée.

Trois inconvénients ont été mentionnés: le temps nécessaire pour la préparation; le manque d'ingrédients; et les problèmes potentiels (brûlures d'estomac, indigestion, constipation et diarrhée) pour les jeunes enfants qui consomment des bouillies fermentées.

Influences sur l'usage

Les groupes de Kakamega ont rapporté que l'église prédominante, la Société des Amis, avait découragé la préparation de bouillies acides en vertu de la notion que ces bouillies contenaient de l'alcool. Des discussions précédentes tenues à Meru avaient déjà révélé une attitude similaire de la part des missionnaires. Toutefois, ces difficultés n'ont été rapportées par aucun des autres groupes.

Bien que les bouillies acides aient été autrefois extrêmement populaires dans le district de Kakamega, on ne les prépare aujourd'hui que rarement. Dans cette région, on ne cultive pratiquement plus le sorgho ou le millet qui sont presque totalement remplacés par le maïs. On dit que les habitants de ce district ont « perdu la volonté et l'intérêt » de préparer des bouillies fermentées traditionnelles.

Les grains germés

On a demandé à tous les groupes de mentionner ce qu'ils savaient concernant l'usage de grains germés dans la préparation d'aliments non alcoolisés. Aucune pratique précise n'a été mentionnée dans aucun district. À Kakamega, les éléments solides filtrés au cours de la préparation de la bière opaque « bussaa » sont mélangés à de la farine de céréales et utilisés dans la préparation d'une bouillie que l'on dit avoir un très bon goût.

Conclusions

Les habitants de nombreuses parties du Kenya préfèrent la saveur aigrelette et forte des bouillies acides de céréales fermentées (le jus de citron est utilisé pour donner meilleur goût aux bouillies de céréales non fermentées). Bien que les bouillies de céréales fermentées soient toujours largement consommées dans les régions rurales, leur popularité semble décliner en faveur de certaines pratiques censées modernes, comme l'usage du thé ou des boissons gazeuses.

Sauf dans le district de Meru, les bouillies de céréales fermentées ne sont pas régulièrement données aux enfants de moins d'un an : bien que ces bouillies puissent avoir été administrées à une certaine époque aux nourrissons, la fermentation est actuellement associée à la production d'alcool. Des efforts considérables devraient être faits, par conséquent, pour populariser ou réintroduire la bouillie fermentée comme une nourriture satisfaisante ne posant pas de risques pour les jeunes enfants.

Le conditionnement des denrées alimentaires en Ouganda en ce qui a trait à l'alimentation des nourrissons

Louise Sserunjogi

Département de pédiatrie, Makerere University Medical School, BP 7072, Kampala, Ouganda

Résumé *Une enquête en cours en Ouganda examine le conditionnement de plusieurs denrées, dont les bananes, le manioc, le maïs, le lait, le millet et le sorgho. Les méthodes de conditionnement étudiées comprennent le séchage au soleil, la fermentation visant à produire des bouillies acides ou des alcools, la détoxication de certaines espèces toxiques de manioc et l'addition aux aliments de fruits acides. Les améliorations résultantes sont discutées, ainsi que la valeur des denrées conditionnées, notamment celles qui sont fermentées ou germées, dans l'alimentation des nourrissons. Une attention particulière est accordée aux problèmes associés au sevrage et au traitement des enfants malades. Les résultats préliminaires indiquent que l'usage d'aliments locaux pour nourrir les enfants malades prévenait une plus grande détérioration de leur état nutritionnel. On croit aujourd'hui que la malnutrition protéique des enfants ougandais est liée à des pratiques de sevrage impropres; parmi les autres conséquences de ces pratiques, on trouve les diarrhées infectieuses et non infectieuses qui aggravent une situation déjà dangereuse. Il devrait être possible, lorsqu'on développe des techniques de conditionnement, de tirer parti de la richesse de l'expérience traditionnelle qui a permis aux Ougandais de répondre aux besoins nutritionnels des nourrissons. Sur le plan agricole, l'Ouganda a le potentiel d'une production vivrière suffisante pour sa population; cependant, pour réduire le problème de l'alimentation des enfants, ces riches ressources alimentaires naturelles devraient être utilisées plus efficacement.*

Les problèmes alimentaires de l'Ouganda sont depuis longtemps connus, et de nombreuses recherches ont été entreprises pour en trouver les causes et les solutions possibles. Toutefois, de nos jours, près de 30% des enfants ougandais d'âge préscolaire souffrent de malnutrition chronique (RTI 1984). Cette situation ne changera pas tant que des mesures d'intervention appropriées ne seront pas déterminées. Sserunjogi, dans son étude historique sur les problèmes alimentaires de l'Ouganda (1985) portant sur les époques pré et post coloniales, a trouvé que le facteur causal prédominant de la malnutrition protéique chez les enfants ougandais n'était pas une pénurie de vivres, mais plutôt l'existence de pratiques de sevrage impropres.

La période de sevrage pose de nombreux problèmes sur le plan du développement et de la nutrition. Cette période critique est associée à un taux élevé d'infections, notamment de diarrhées, qui finissent par aggraver la malnutrition. Le régime au lait maternel assure au nourrisson une protection contre les infections, une meilleure digestibilité et une disponibilité immédiate. On donne souvent au jeune enfant des aliments difficiles à digérer et qui sont, de ce fait, médiocrement utilisés par son fragile appareil digestif; en outre, ces aliments sont souvent préparés, entreposés et administrés à l'enfant dans des conditions d'hygiène précaires. La disponibilité d'aliments de sevrage appropriés qui garantirait un apport nutritif adéquat dépend à la fois de l'approvisionnement au niveau régional et au niveau familial; toutefois, l'état nutritionnel des nourrissons en sevrage dépend aussi de la manière dont ces aliments sont manipulés.

Les problèmes associés au sevrage peuvent être également dus à un manque d'attention au bien-être de la mère. L'importance de l'état nutritionnel de la mère pendant la grossesse et pendant la lactation ne doit pas être sous-estimée: un bon état nutritionnel garantit non seulement une lactation adéquate mais aussi que le sevrage sera abordé au bon moment.

Les perspectives de la production vivrière locale, les habitudes alimentaires et l'urbanisation sont autant de facteurs qui exerceront probablement une influence sur les modes de sevrage traditionnels. Nous discutons brièvement dans ce document des résultats préliminaires d'une étude en cours en Ouganda qui cherche à déterminer les moyens d'améliorer la santé et l'état nutritionnel des nourrissons en période de sevrage. Cette étude évalue les attitudes à l'égard des aliments de sevrage et les manières dont ils sont utilisés, en prêtant une attention spéciale à l'usage des aliments fermentés dans le traitement des maladies diarrhéiques. Toute considération attentive des pratiques traditionnelles (pratiques qui sont généralement fondées sur des générations d'expérience pratique) donne souvent lieu à des solutions importantes et appropriées qui sont plus facilement acceptées par les mères que les techniques «modernes».

Le potentiel agricole des cultures vivrières

L'Ouganda est un riche pays agricole; environ 70% de ses terres sont propices à l'agriculture. Le dernier recensement agricole a été réalisé en 1963–1964 (Ouganda 1965). En l'absence de données complètes sur les changements subséquents dans les systèmes agraires, les données analysées de ce recensement ont été régulièrement utilisées pour donner un tableau général des caractéristiques de la production vivrière du passé, par comparaison avec la situation agricole récente (estimations de la production de 1971–1985). En raison d'une amélioration de la prestation des services agricoles, au moment où ce premier recensement a été effectué, certaines améliorations ont été apportées aux pratiques agricoles; ce momentum a été perdu, toutefois, au cours des événements politiques de 1971 à 1985 et il a été avancé que la production nationale était aujourd'hui tombée aux niveaux de 1963–1965 (Muthee 1987).

Bien que l'entière population de l'Ouganda ait connu une perturbation sociale pendant de nombreuses années, le pays n'a pas souffert d'importantes pénuries entre 1971 et 1985. Cela peut être attribué à la riche base de ressources naturelles et à la diversité de la production agricole dans la plupart des régions du pays. Même lorsque la norme de technologie était faible, les sols fertiles et les pluies adéquates ont aidé à maintenir une production alimentaire suffisante; bien que le secteur agricole qui produisait les cultures de rapport se soit effondré, celui qui produit les cultures de subsistance a prospéré. Les cultures vivrières nationales sont ensuite devenues d'importantes cultures de rapport et aujourd'hui les ventes des petits excédents représentent plus du tiers du revenu monétaire des ménages des milieux ruraux (Banque de l'Ouganda 1987). Si la gestion du secteur des cultures vivrières s'améliorait, l'Ouganda aurait la nette possibilité d'augmenter sa production vivrière. En prévision d'une telle amélioration, le gouvernement prévoit une production excédentaire dans le secteur des cultures vivrières pour la période 1986-1990.

En résumé, le secteur des cultures vivrières de l'Ouganda a produit suffisamment au cours des 15 dernières années pour être largement auto-suffisant. Afin que le pays puisse être autonome sur le plan de la production vivrière et avoir des excédents pour l'exportation, le gouvernement a indiqué que le secteur des cultures vivrières recevrait à l'avenir la priorité (Ouganda 1987). Il reste à voir si la lutte pour un surplus exportable permettra au secteur agricole de répondre aux besoins de la consommation vivrière nationale.

Problèmes alimentaires en Ouganda

Les secteurs de la population les plus durement touchés par les problèmes alimentaires en Ouganda sont les enfants, les mères, les personnes âgées, les pauvres des régions urbaines et les personnes déplacées. La maladie de carence alimentaire prédominante est la malnutrition protéique, qui se manifeste cliniquement sous la forme du kwashiorkor ou athrepsie, souvent associés à l'anémie.

Pendant de nombreuses années, on a cru que la carence protéique du régime alimentaire traditionnel en Ouganda était la cause du kwashiorkor. La prédominance d'un régime végétarien avec une forte teneur en hydrates de carbone a été rendue responsable du faible apport protéique. Il a donc été recommandé d'augmenter la production des produits vivriers d'origine animale.

Au début des années 60, des centres de réadaptation alimentaire étaient établis; là, l'éducation pour la nutrition pourrait servir à persuader les mères de donner à leurs jeunes enfants des aliments riches en protéines d'origines animale et végétale. Les mères étaient jugées ignorantes des besoins nutritifs de leurs enfants et elles étaient blâmées pour l'usage inapproprié qu'elles faisaient des denrées alimentaires locales disponibles.

Au milieu des années 60, un nouveau produit alimentaire était introduit dans le régime des jeunes enfants ougandais: les produits du soja — commercialisés sous forme d'aliments conditionnés à forte teneur protéique, accessibles au niveau local — étaient lancés auprès des consommateurs à faibles revenus (Harrison 1972). La technologie des multimélanges fit son apparition à peu près au même moment; cette technologie visait à aider à équilibrer les régimes locaux et à améliorer, de ce fait, l'apport des éléments nutritifs indispensables aux nourrissons.

À la même époque, le problème fut envisagé sous un autre angle. Bennett et Stanfield (1972) constatèrent que l'athrepsie survenait dans les régions ayant une faible ration alimentaire totale, en dépit du fait que, dans ces régions, la qualité du régime alimentaire était adéquate. La ligne de recherche poursuivie par Rutishauser et Frood (1973), indiqua que le problème fondamental de l'alimentation des nourrissons n'était pas en fait une carence protéique, mais plutôt un apport énergétique insuffisant; non seulement la plupart des aliments avaient une faible teneur en matières grasses, mais les aliments traditionnels de base cuits étaient très bourratifs, ce qui signifiait que le nombre de repas consommés était moins grand que le nombre souhaitable. Par conséquent, il fut recommandé que les régimes comprennent des condiments traditionnels faits de mélanges d'arachides et de graines de sésame; ainsi, la densité énergétique serait accrue et le volume du régime réduit (Church et Doughty 1976; McDowell 1976; Goode 1982). Au moyen de cette stratégie permettant un grand apport énergétique, le régime traditionnel local des Ougandais, de faible apport protéique, serait protégé.

La fréquence des repas dépend de plusieurs facteurs: la disponibilité du combustible de cuisson adéquat; la distance du domicile à la source d'eau; le temps requis par les mères pour préparer les repas supplémentaires; et les contraintes économiques. La famille ougandaise typique mange deux repas principaux par jour, le matin et le soir. Cette coutume ne peut pas être changée sans perturber le mode de vie local; les mesures qui encouragent le changement doivent, par conséquent, tenir compte de ces facteurs.

Rutishauser et Whitehead (1974) ont constaté que des épisodes fréquents de maladie, notamment de diarrhée, surviennent pendant la période de sevrage. Ces épisodes entraînent une diminution de l'appétit, qui, à son tour, limite la consommation alimentaire. En outre, bien que les enfants malades aient des besoins nutritifs plus grands que la normale, la bonne utilisation des aliments est rendue plus difficile par la maladie même. Une intervention appropriée est instamment requise en matière de surveillance du régime alimentaire des enfants malades; c'est seulement de cette manière qu'ils pourront être protégés contre une plus grande détérioration de leur état nutritionnel.

Lorsqu'on étudie les nombreuses causes des problèmes nutritionnels, il ne faudrait pas négliger de considérer la pauvreté et le faible pouvoir d'achat. Aussi longtemps que le niveau de vie restera bas, notamment dans les régions urbaines, les problèmes de nutrition continueront d'exister.

Dans le passé, une grande partie des critiques du régime alimentaire africain étaient fondées sur la forte teneur en hydrates de carbone des aliments. À la lumière du fait qu'au cours des années, les estimations des besoins alimentaires ont été révisées vers le bas, nous devons reconnaître que ces denrées de base volumineuses constituent la principale source de ration alimentaire totale dans le régime local et que de nombreuses personnes vont continuer de survivre grâce à elles. Toutefois, il est nécessaire d'améliorer ce régime d'aliments de base volumineux: les méthodes de conditionnement traditionnelles pourraient être utilisées pour faciliter l'assimilation et l'utilisation des précieux nutriments contenus dans ces denrées.

Les pratiques d'alimentation des nourrissons en Ouganda

Les mères sont actuellement informées que tous les bébés peuvent se développer correctement en étant nourris exclusivement au lait maternel jusqu'à ce qu'ils aient quatre mois; bien qu'on leur enseigne aussi que très peu de bébés grandiront correctement s'ils continuent de ne recevoir que du lait maternel passé six mois, de nombreuses mères participant à l'enquête ont commencé à leur donner une supplémentation alimentaire aussi précocement qu'à un mois et aussi tardivement qu'à 12 mois. Le fait que l'alimentation au sein peut se poursuivre jusqu'à deux ans ne résout pas les problèmes créés par l'administration tardive de suppléments alimentaires.

Un certain nombre de raisons sont données pour expliquer la supplémentation précoce ou la cessation de l'allaitement au sein: la production insuffisante de lait maternel, le début d'une autre grossesse, l'apparition des dents chez le nourrisson, la mauvaise santé de la mère ou son retour au travail; mais le plus souvent, la décision est prise parce qu'on estime l'enfant suffisamment grand pour arrêter l'allaitement.

Pendant la période de supplémentation, les aliments les plus couramment utilisés sont: le lait de vache dilué; la bouillie faite de farine de maïs, de millet ou de sorgho; les ragoûts de légumes; et le thé. Cette période est suivie d'une période où l'enfant partage les mêmes repas que le reste de la famille. Étant donné que dans cette situation, les jeunes enfants obtiennent traditionnellement leurs repas lorsque la mère est prête à prendre le sien, le concept de la nécessité de donner des repas fréquents aux nourrissons devient difficile à appliquer. La plupart des aliments pouvant être préparés pour les nourrissons ont une faible durée d'entreposage et les mères ont rarement suffisamment de temps pour leur préparer des repas supplémentaires. Les conditions d'hygiène laissent à désirer, notamment dans les milieux urbains; l'approvisionnement en eau est inadéquat; et une grande quantité de restes froids sont consommés. La contamination alimentaire bactérienne qui en résulte entraîne des maladies diarrhéiques chez les enfants.

Les méthodes traditionnelles de conditionnement des aliments

Les denrées les plus couramment conditionnées sont le millet, le sorgho, les bananes, le maïs, le lait et le manioc. Ces denrées sont généralement transformées afin d'être consommées sous forme de bouillies chaudes ou froides, ou pour faire des boissons alcoolisées. Traditionnellement, il a été constaté que le conditionnement présentait les avantages suivants: durée d'entreposage prolongée, saveur améliorée, meilleure texture, facilité de mouture et stimulation de l'appétit; le conditionnement permet également la détoxication des espèces toxiques de manioc et il facilite la préparation du beurre ainsi que la fabrication de la bière.

Le manioc

Le manioc est conditionné de différentes manières par les différents groupes culturels. Les racines fraîches du manioc sont mises à tremper dans des récipients d'eau ou des étangs et laissées fermenter pendant trois à quatre jours; les racines peuvent aussi être pelées et ensuite amoncelées ou empilées à la maison ou dans un trou dans le sol, couvertes ensuite de feuilles de bananes et laissées fermenter pendant trois à quatre jours. Ensuite, on gratte la moisissure et les racines sont brisées en morceaux et séchées au soleil. Le manioc séché est normalement entreposé dans des paniers. Étant donné sa sensibilité à l'infestation d'insectes, il ne peut être entreposé sous forme de poudre pendant longtemps; c'est pourquoi il n'est moulu ou broyé en farine qu'en cas de besoin.

Le manioc peut aussi être conditionné en séchant les racines au soleil sans fermentation préalable. Sous cette forme, les racines de manioc séchées peuvent être entreposées dans des greniers pendant plus longtemps que le type fermenté. Dans certaines régions de l'Ouganda, notamment dans le nord-ouest, la racine de manioc est très amère et elle a une forte teneur en cyanure toxique; ce manioc doit être traité selon la première méthode — c'est-à-dire, au moyen d'une fermentation suivie d'un séchage au soleil.

Même dans le cas du manioc non toxique, le conditionnement qui exige la fermentation est jugé préférable; cette méthode rend la mouture en farine de la racine bien plus facile; elle fournit aussi une meilleure texture pour faire le pain; et les plats cuisent bien plus rapidement, permettant ainsi de faire des économies en combustible et de gagner du temps. Pour faire le pain, la farine de manioc fermenté est mélangée avec soit du millet non fermenté, soit du maïs ou du sorgho; le choix du grain dépend de la préférence culturelle. Ce plat principal est préparé une ou deux fois par jour pour le repas familial.

Sauf dans les régions du nord-ouest où, en période d'approvisionnement abondant, elle est utilisée en bouillie pour le petit déjeuner des enfants, la farine de manioc n'est pas autant utilisée pour faire des bouillies que les

autres farines céréalières. Dans le nord-ouest de l'Ouganda, où le manioc est consommé sous sa forme fermentée seulement, la bouillie de manioc sert principalement au traitement des maladies diarrhéiques: on pense qu'elle aide à arrêter la diarrhée et rétablit les forces physiques du malade. Lorsqu'elle est cuite, la bouillie a une texture lisse, elle ne remplit pas l'estomac et elle a une saveur agréable qui donne faim au malade. Dans la région de l'est (district de Teso), la texture épaisse de la bouillie de manioc non fermenté aide à arrêter la diarrhée, croit-on, et on la préfère de ce fait aux types de bouillies de manioc fermenté.

Le millet et le sorgho

Le millet et le sorgho peuvent être transformés en une bouillie acide («bushera») ou en breuvages alcooliques de la manière suivante: le grain sec est mis à tremper dans de l'eau pendant un jour pour déclencher la germination; le grain humide est ensuite mélangé avec de la cendre et mis à germer pendant deux à trois autres jours, recouvert de feuilles de bananes; finalement, le grain est séché au soleil et moulu en farine fine.

Le «bushera» est couramment fabriqué dans la région du sud-ouest de l'Ouganda. On fait bouillir la farine sèche de sorgho germé pour donner une bouillie pouvant être bue chaude ou froide. On peut également préparer le «bushera» en faisant bouillir de la farine de millet non germé en bouillie épaisse; la farine de millet fraîchement germé est ensuite ajoutée pour édulcorer la bouillie et réduire sa viscosité.

Le «bushera» peut être consommé à n'importe quel moment de la journée et il peut se conserver pendant trois à quatre jours avant qu'il ne se transforme en une boisson fortement alcoolisée. Les très jeunes enfants peuvent consommer du «bushera» en toute sécurité pendant les deux premiers jours avant qu'il ne s'acidifie; étant donné que l'on croit que le «bushera» acidifié donne des maux d'estomac aux très jeunes enfants, on n'en administre pas aux nourrissons de moins de huit à 12 ans la plus grande partie de la région du sud-ouest, le «bushera» est bu à la place de l'eau ou du thé. On dit qu'il a un goût très agréable, surtout pour les malades, et on pense qu'il stimule l'appétit.

Dans d'autres régions du pays, la bouillie de sorgho ou de millet non fermenté (ou germé) est couramment utilisée comme aliment de sevrage précoce (sauf pour faire la bière, la pratique de fermentation du millet est pratiquement inexistante dans ces régions). Les bouillies de sorgho et de millet non fermentés peuvent être acidifiées par l'addition de tamarin (traditionnellement connu sous le nom de «kiti» ou «pitei» dans le nord-ouest de l'Ouganda et de «chwa» dans l'est de l'Ouganda), de jus de citron ou de mélanges d'herbes. L'eau acide provenant de ces fruits ou légumes sert à faire bouillir le mélange, lui donnant une faible viscosité, une texture lisse et une saveur distinctement acide. La bouillie est souvent acidifiée pour en améliorer la saveur et la rendre plus acceptable au goût en l'absence de sucre; toutefois, elle n'est pas recommandée

aux très jeunes enfants. Parce que l'on croit que cette bouillie aigre excite l'appétit, elle est très populaire pendant la convalescence.

Le lait

Le lait sur est le plus populaire dans les régions pastorales, notamment dans l'est et l'ouest du pays. Le lait sur est un aliment de base pour toute la famille, à l'exception des jeunes nourrissons de moins de six à huit mois. Le « ghee » ou beurre, obtenu par le procédé de barattage du lait, est l'un des principaux constituants des condiments et des sauces et convient bien à la mère allaitante ; l'apport énergétique du régime alimentaire familial est ainsi amélioré, autant pour les enfants que pour les adultes (nous devons garder à l'esprit que les jeunes enfants grignotent souvent ce que la mère mange, en autant que ce soit mou). Étant donné que l'on croit, dans certaines régions, que le lait sur provoque des diarrhées, il n'entre pas toujours dans le régime alimentaire de base.

Les bananes

Certains types de bananes douces sont utilisés principalement pour faire des boissons alcoolisées. Une boisson non alcoolisée peut être produite en écrasant le fruit avec une plante épineuse pour en extraire le jus. Lorsque le breuvage en est à son premier jour de préparation, il peut être donné aux enfants en toute sécurité. Il est parfois ajouté à la bouillie en l'absence de sucre. Le jus de banane fermente et se transforme en alcool dans les deux à trois jours et il n'est pas alors donné aux enfants.

La disponibilité saisonnière et l'utilisation des terres

Les modes de consommation dépendent de nombreux facteurs. La plupart des habitants des collectivités rurales savent, par exemple, quelles saisons conviennent à la plantation et à la récolte de cultures vivrières précises. Le manioc est une culture vivrière vivace et elle est, de ce fait, disponible à tous moments. Les racines de l'espèce toxique ne doivent cependant pas demeurer dans le sol moins de deux ans ; la disponibilité dépend, par conséquent, du degré de maturité de la culture la rendant propre à la consommation. Pour effectuer une planification agricole correcte, il faut avoir suffisamment de terres pour pratiquer l'assolement. Un approvisionnement vivrier suffisant dépend, par conséquent, de la surface des terres agricoles disponibles.

Pendant la saison des récoltes, lorsqu'il y a suffisamment de vivres pour garantir un surplus, la consommation de sorgho et de millet, de bouillies sures et de bouillies de manioc est bien plus courante. Les enfants peuvent alors consommer plus souvent des bouillies pendant le jour, en plus des repas familiaux.

La plupart des habitants des régions rurales sont des fermiers qui pratiquent l'agriculture de subsistance, travaillant souvent pendant de longues périodes dans les champs, loin de chez eux. Étant donné que les bouillies acides peuvent être transportées en toute sécurité dans les champs, elles sont populaires comme principal repas de la journée; c'est aussi le premier repas pris lorsque les travailleurs rentrent chez eux à la fin d'une longue journée. C'est un aliment non seulement digeste et nutritif pour tous mais aussi frais, rafraîchissant et appétissant et qui se conserve longtemps; ces facteurs combinés en font un aliment extrêmement précieux.

Le faible niveau de vie a forcé les gens à s'éloigner des modes d'alimentation traditionnels. Il revient moins cher de dépendre des cultures vivrières de la famille pour les principaux repas familiaux et des bouillies comme casse-croûte supplémentaire ou repas pour les enfants. Dans la plupart des régions, les cultures vivrières sont devenues une source de revenus monétaires et les gens ont tendance à vendre la plus grande partie de ce qu'ils cultivent en surplus. Par conséquent, il n'y a pas de surplus stockés dans les greniers; en période de disettes familiales, la famille a recours à l'achat de produits alimentaires. Pendant ces périodes, les aliments qui permettraient de préparer des repas supplémentaires pour les nourrissons ne sont souvent pas disponibles.

Certaines méthodes de préparation ne sont pas acceptables dans certains secteurs religieux de la population. Il existe un interdit contre l'alcool dans les collectivités musulmanes; de ce fait, il faut être prudent lorsqu'on recommande des méthodes de préparation susceptibles de rendre une nourriture ou une boisson alcoolisée si on prolonge la durée de fermentation.

Dans l'étude en cours, les mères interrogées jusqu'à présent ont donné des listes d'aliments qu'elles utiliseraient ou éviteraient de donner à leurs enfants lorsque ceux-ci sont malades. Les aliments suivants sont ceux qui ont été largement recommandés pour les bébés malades: les bouillies de sorgho germé et non germé, les bouillies de manioc fermenté et non fermenté et les bouillies de maïs non germé. Les bouillies de millet et le pain à la farine de millet sont complètement évités, tout comme le lait sur, les pommes de terre, les oeufs, les fèves bouillies, les pois, les fruits et les bouillies acidifiées à l'aide de fruits ou de légumes. Nous ne pouvons donner en détail dans le présent document toutes les raisons de ces croyances. Il serait nécessaire d'étudier quels effets ces situations ont sur l'alimentation des enfants lorsque les aliments «défendus» sont les seuls aliments disponibles.

Conclusions

Les avantages des produits alimentaires fermentés ou germés ont été examinés de manière exhaustive dans les ouvrages publiés (Tomkins et al. 1987). Parmi ces avantages, notons la valeur nutritionnelle améliorée, la plus grande capacité d'entreposage (permettant une préparation rapide des repas), une meilleure digestibilité en raison des réactions biologiques et microbiennes, et le

faible pH, jugé utile pour éviter la prolifération bactérienne. Le problème le plus important à cerner concernant l'usage des aliments pour nourrissons, conditionnés selon la méthode traditionnelle, peut être celui d'un approvisionnement familial insuffisant; cette insuffisance est habituellement due à des contraintes d'ordre économique et social. Pour garantir aux nourrissons une consommation adéquate de ces aliments transformés, les familles doivent cultiver un surplus de denrées non seulement pour couvrir leurs propres besoins mais aussi pour se garantir des revenus monétaires.

Bien qu'ils puissent ne pas connaître les théories sur lesquelles reposent la technologie, les peuples indigènes de l'Ouganda savent apprécier la valeur des produits alimentaires transformés. Ils savent ce qu'il convient de donner aux nourrissons et ce qu'ils peuvent utiliser en période de maladie ou de convalescence; il peut néanmoins être possible de recommander des changements qui aideraient à résoudre des problèmes précis, bien définis, posés par l'alimentation des nourrissons, par exemple, lorsqu'ils sont malades ou qu'ils souffrent de diarrhée aiguë.

La technologie de germination et de fermentation a un rôle important à jouer pour résoudre le problème des pratiques de sevrage inadéquates. Un sevrage précoce a des répercussions sur le niveau de production de lait maternel; le lait de vache, dilué avec de l'eau qui est probablement contaminée, semble être la supplémentation alimentaire la plus couramment administrée pendant cette période de sevrage précoce. Il est nécessaire d'avoir un aliment de sevrage qui ne pose aucun risque et qui puisse couvrir les besoins alimentaires à toutes les étapes du développement de l'enfant. Il est également nécessaire de déterminer la «marge de sécurité» des aliments fermentés qui servent d'aliments de sevrage: ces aliments assurent une certaine protection contre les agents pathogènes qui menacent le plus couramment les enfants, et qui sont généralement présents en raison des mauvaises conditions d'hygiène.

En Ouganda, la production de cultures vivrières offre beaucoup de promesses. Une meilleure compréhension des avantages à tirer de l'usage des technologies traditionnelles locales aidera à faire valoir les ressources alimentaires locales existantes.

Enfin, il ne faut pas oublier que pour que toute réalisation dans le domaine de l'alimentation des enfants soit appréciée à sa juste valeur par la population locale, il faut qu'elle ait été accomplie dans le respect des pratiques culturelles traditionnelles.

Bibliographie

Banque de l'Ouganda. 1986. The food crops sector in Uganda. Secrétariat à l'Agriculture, Banque de l'Ouganda, Kampala, Ouganda.

Bennett, P., Stanfield. 1972. The clinical conditions and aetiology of malnutrition in Uganda. In Amman, V., et al., ed., Nutrition and food in an African economy, Volume 1. Université Makerere, Kampala, Ouganda.

Church, M.A., Doughty, J. 1976. Value of traditional food practices in nutrition education. Journal of Human Nutrition, 30, 9.

Goode, P. 1982. Edible plants in Uganda. Université de Salford, Salford, R-U. Thèse de doctorat.

Harrison, D.W. 1972. Launching a non-imported nutritional supplement: the African basic food pilot scheme. In Amman, V., et al., ed., Nutrition and food in an African economy, Volume 1. Université Makerere, Kampala, Ouganda.

McDowell, J. 1976. In defence of African foods and food practices. Tropical Doctor, 6, 37.

Muthee, A.M. 1987. Food production in Uganda, past trends and future prospects. Mémoire présenté au National Workshop on Food Production and Availability. Ministère de l'Agriculture, Kampala, Ouganda.

Ouganda, Ministère de l'Agriculture. 1965. Uganda census of agriculture, Volumes 1-IV. Ministère de l'Agriculture, Kampala, Ouganda.

Ouganda, Ministère de la Planification et du Développement économique. 1987. Rehabilitation and Development Plan (1987/88 - 1990/91, Volume 1). Ministère de la Planification et du Développement économique, Kampala, Ouganda.

RTI (Royal Tropical Institute). 1984. Towards a national food strategy supporting technical report, Volumes I and II. RTI, Amsterdam, Pays-Bas.

Rutishauser, I.H.E., Frood, J.D.L. 1973. The effect of a traditional low-fat diet on energy and protein intake, serum albumin concentration and body-weight in Ugandan preschool children. British Journal of Nutrition, 29, 261-268.

Rutishauser, I.H.E., Whitehead, R. 1974. Factors affecting the intake of energy and protein by Ugandan preschool children. Ecology of Food and Nutrition, 3, 213.

Sserunjogi, L. 1985. A historical review of the nutrition problems in Uganda, and the role of the nutritionist today. London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, R-U.

Tomkins, A., Alnwick, D., Haggerty, P. 1987. Household level food technologies for improving young child feeding in eastern and southern Africa. Fonds des Nations Unies pour l'enfance, Nairobi, Kenya.

Les produits de sevrage au Rwanda et les possibilités du sorgho germé

M. Ramakavelo

Fonds des Nations Unies pour l'enfance
BP 445, Kigali, Rwanda

Résumé *La persistance de la malnutrition infantile au Rwanda est largement attribuée à un manque de temps et d'argent de la part des mères. Dans les parties septentrionales du pays, les femmes passent près de dix heures par jour dans les champs et elles ne peuvent, de ce fait, préparer des repas pour la famille qu'une ou deux fois par jour ; ces aliments sont généralement volumineux mais faibles en valeur nutritive et inadéquats, pour cette raison, à l'alimentation des jeunes enfants. À l'heure actuelle, la haute valeur nutritive des farines fermentées ou germées n'est reconnue ni des mères ni du personnel de nutrition qui les instruit. Bien que les bouillies traditionnelles fermentées, à base de maïs ou de manioc, soient consommées dans certaines régions, elles ne sont pas partout considérées comme de bons aliments de sevrage. La farine de sorgho germé est utilisée dans la plupart des ménages, non pour améliorer la bouillie de sorgho non germé, mais pour faire de la bière. Le Fonds des Nations Unies pour l'enfance devrait, dans le cadre de son programme quinquennal de coopération avec le gouvernement du Rwanda, appuyer de plus amples recherches sur l'usage de la farine de sorgho fermenté ou germé dans les produits de sevrage.*

Au cours des dix dernières années, la situation au Rwanda ne s'est guère améliorée en ce qui a trait à la malnutrition infantile. En raison du fait que les mères n'ont ni le temps ni l'argent nécessaires pour préparer des repas spéciaux, leurs jeunes enfants reçoivent des suppléments alimentaires qui sont insuffisants sur le plan nutritif. Notamment dans les régions septentrionales du pays (Ruhengeri, Gisenyi et Byumba), les femmes passent près de dix heures par jour dans les champs; avec peu de temps pour préparer les repas, elles ne cuisinent généralement qu'une fois par jour, préparant des quantités suffisantes pour toute la journée. De ce fait, leurs jeunes enfants reçoivent les mêmes repas bourratifs destinés aux adultes, à base de tubercules (pommes de terre, manioc et patate douce) et de haricots, qui sont tous difficiles à digérer. En outre, parce que ces repas ne sont servis qu'une à deux fois par jour, la quantité que consomme l'enfant ne lui apporte pas suffisamment d'éléments nutritifs et de calories. De plus, la ration de l'enfant, conservée à une température moyennement élevée pendant toute la journée, est sujette à la contamination bactérienne qui peut entraîner des infections diarrhéiques.

Il est donc logique de chercher des aliments pour nourrissons ayant les

caractéristiques suivantes: valeur énergétique suffisante, résistance à la contamination bactérienne et facilité de digestion et de préparation. Les bouillies à base de farine de sorgho fermenté ou germé et d'autres produits traditionnels fermentés peuvent répondre à ces besoins.

Les bouillies fermentées traditionnelles et les aliments de sevrage

La bouillie de maïs fermenté («umutsimawibigori») est faite avec du maïs qui a été séché et entreposé en vue d'un usage progressif au cours de l'année. Pour déclencher la fermentation, le maïs est mis à tremper dans de l'eau pendant une semaine. Les grains sont alors doucement décortiqués par pilonnage et mis à sécher pendant plusieurs heures. Ces grains décortiqués sont broyés avec des pierres friables («imonyi») qui facilitent la mouture et ils sont tamisés pour donner la farine. Les mères préparent la bouillie en versant progressivement de l'eau chaude dans le plat de farine de maïs fermenté tout en remuant avec une spatule de bois jusqu'à obtention de la consistance désirée. Cette bouillie de farine de maïs fermenté accompagnée d'une sauce verte ou d'autres aliments, est également consommée par les adultes.

La bouillie de manioc fermenté, en dépit de sa valeur nutritive moins élevée, est un aliment important pendant la période de l'entre-récoltes lorsque peu d'autres produits sont disponibles. La plupart des familles rurales préparent la farine de manioc fermenté («umutsimawimyumbati») en laissant les tubercules tremper pendant quatre à cinq jours dans de l'eau légèrement boueuse jusqu'à ce qu'ils fermentent. Le manioc fermenté est ensuite séché au soleil pendant un jour ou deux, après quoi il est pelé, séché de nouveau et réduit en poudre. Cette farine est transformée en bouillie en la versant en remuant dans de l'eau bouillante. Toute la famille consomme cette bouillie avec des haricots, de la sauce d'arachides ou une sauce verte avec des arachides.

Les mères donnent souvent à boire à leurs enfants de la bouillie de sorgho diluée («igikoma»). Une enquête préliminaire portant sur 20 échantillons de bouillie de sorgho apportés par les mères aux centres de nutrition de Sovo/Butare a permis de constater que ces bouillies contenaient en moyenne 7,44 g d'éléments solides par 100 g de poids humide (déviation-type, 2,4; gamme, 3,9–14,6), ce qui donnerait une densité moyenne de 0,26 kcal/g de bouillie. Cette boisson rafraîchissante est également donnée aux femmes qui allaitent. Les enfants boivent également du jus de banane frais avant qu'il n'ait fermenté.

Dans les régions où l'on cultive les bananes comme à Kibungo et à Cyangugu, des plantains bouillis et pilés peuvent être mélangés avec des arachides écrasées («umububi») ou des haricots (consommés généralement non écossés dans les régions rurales) et donnés comme aliments de sevrage aux enfants d'un an environ ou à ceux qui ont des dents. Les nourrissons déjà capables de saisir un objet reçoivent des bananes mûres. Les bananes sucrées mûres

(« umuneke ») sont réputées convenir aux femmes et aux enfants mais non aux hommes adultes.

La bière de bananes, dans la fabrication de laquelle on utilise des grains de sorgho grillés pour déclencher la fermentation, est très populaire dans les familles rurales et elle tient une très grande place dans les dépenses familiales. Dans ces familles, on trouve généralement une grande calebasse (« igicuma ») qui sert de réserve et une plus petite (« agacuma ») (fermée de son bec traditionnel ou « umuheha ») que l'on fait circuler à la ronde. Tandis que la calebasse circule, il n'est pas inhabituel que les mères donnent à goûter un peu de bière à leurs enfants. Si l'enfant est très jeune, la mère prend un peu de bière dans sa bouche qu'elle dégurgite dans celle de son enfant. Les enfants plus grands boivent directement au goulot. Dans ces familles, on croit que les boissons fortes atténuent certains malaises et sont vermifuges (« gucurica inzoka »).

Les changements qui se produisent pendant la germination et la fermentation sont dus à l'activité enzymatique des micro-organismes au cours de la métabolisation du sucre ; ce processus accroît la valeur énergétique des aliments fermentés. De plus, le pH des aliments fermentés inhibe le développement des agents pathogènes qui provoquent la diarrhée. Les bouillies à base de céréales fermentées ou germées contiennent plus d'éléments énergétiques et nutritifs par unité de volume que celles à base de grains non fermentés ou non germés.

La préparation de la farine de sorgho fermenté et de sorgho germé

Les farines de sorgho fermenté et de sorgho germé sont préparées par la plupart des familles rwandaises au moment de leur fabrication de bière. On trouve toujours dans les familles rwandaises trois à quatre cruches de bière de sorgho faite à la maison pour étancher la soif de ceux qui ont travaillé dans les champs. À l'occasion d'une proposition de mariage, la famille du futur mari apporte une cruche de bière de sorgho et une cruche de bière de banane ; étant donné que la bière de sorgho est généralement une boisson de femmes et la bière de banane une boisson d'hommes, cette coutume symbolise l'union de l'homme et de la femme. Pendant la célébration du début de la saison des pluies au mois d'août, les enfants offrent à leurs parents une cruche de bière de sorgho en témoignage de leur gratitude. La bière est également bue pendant les veillées mortuaires. Lorsqu'une personne reçoit une vache, elle offre en retour de la bière de sorgho en témoignage d'amitié.

Le mode de préparation de la bière de sorgho dans les familles rurales est le suivant. Le sorgho est mis à tremper à l'eau dans une auge de bois pendant deux à trois jours, après quoi on l'étale sur une natte où on le laisse reposer pendant un jour recouvert de feuilles de bananier vertes. On le mélange ensuite avec les cendres des feuilles de bananier séchées (pour déclencher la germination) et on le laisse sécher. Les jeunes pousses sont soigneusement

enlevées et les grains tamisés. Ces grains germés sont moulus à l'aide d'une meule en une farine brune qui, mélangée avec de l'eau et bouillie, produit une bouillie collante. Cette bouillie est diluée dans de l'eau, mise à refroidir et versée dans des cruches avec de la farine de sorgho maltée et de la levure de vin de banane. La bière est mise à fermenter à la température ambiante et elle est prête en 12 à 23 heures.

Les études sur le sorgho

Bien que les chiffres relatifs à la consommation familiale de l'enquête nationale sur les dépenses et les revenus des familles rurales (Rwanda 1986b) ne soient pas encore disponibles, il est néanmoins utile de voir quelle place occupe le sorgho dans les dépenses alimentaires annuelles des familles rwandaises (Tableau 1). Comme on peut le voir, dans ces familles, le sorgho tient une place importante, à la fois comme céréale et comme base de boissons.

D'après l'enquête sur l'agriculture nationale de 1984 (Rwanda 1984), la première saison agricole de 1984 a produit 28 252 tonnes de sorgho, récoltées sur 189 443 champs cultivés, c.-à-d. 149 kg par champ. Le millet semble être moins largement cultivé que le sorgho. L'enquête a également indiqué que ce sont les régions de Byumba, de Ruhengeri et de Gisenyi qui produisent le plus de sorgho. Dans ces régions du nord, les femmes sont les principales travailleuses agricoles. En ce qui concerne la culture du sorgho, il est possible que les hommes aident à préparer les sols, mais il incombe aux femmes, qui portent souvent leurs petits enfants attachés sur le dos, de planter, de sarcler, de récolter et de faire sécher le grain. Les hommes peuvent aussi donner un coup de main pour battre le grain, mais c'est aux femmes encore qu'il incombe de le vanner et de l'entreposer dans le grenier familial (« umutiba »).

En 1977, un groupe de l'Institut des sciences agricoles du Rwanda (ISAR) comprenant Emmanuel Twagirumukiza, agronome spécialiste en microbiologie, et Charles Iyakaremye, ingénieur chimiste spécialiste en agriculture industrielle, écrivait: « Au Rwanda, le sorgho est la principale céréale; il est cultivé dans toutes les régions. Il existe de nombreuses variétés locales, dont les plus courantes sont le « kebo » (SVR 157), le « nyiragimoli » (SVR 101) et le « karuguma ». » De 1975 à 1984, le sorgho a donné 121 100 tonnes, soit 149 kg par champ, pour une production annuelle de 9–11 q/ha (1 q = 100 kg).

Le groupe de l'ISAR remarquait que le moût de sorgho fermenté de manière artisanale (utilisé pour faire une bière à base de farine de sorgho fermenté et germé) a une plus grande valeur nutritive que la bouillie de sorgho (faite à partir d'un moût non fermenté): de nombreuses cellules de levure se développent dans le moût, produisant des protéines d'origine animale et des vitamines, notamment celles du complexe vitaminique B. En 1977, la Division technologique de l'ISAR cherchait à améliorer les possibilités de fabrication du pain à partir du sorgho; toutefois, elle n'alla pas plus loin que d'étudier son potentiel nutritif. Dans une autre étude en 1982, Jo Laure, un expert en nutrition de l'IMSEA (Institut de statistique) découvrit que, dans l'ensemble,

Tableau 1. Dépenses annuelles des ménages en produits alimentaires au Rwanda.

Produit alimentaire	Dépense moyenne annuelle (RWF[a])	Pourcentage du budget
Céréales		
Sorgho	280	2,6
Riz	300	2,8
Maïs	75	0,7
Autres	63	0,6
Sous-total	718	6,8
Tubercules et bananes		
Manioc	356	3,4
Patates douces	272	2,6
Pommes de terre	358	3,4
Bananes	80	0,8
Autres	32	0,3
Sous-total	1 098	10,4
Légumineuses		
Haricots	1 485	14,1
Pois	80	0,8
Arachides, etc.	69	0,7
Sous-total	1 634	15,8
Fruits	179	1,7
Produits d'origine animale	1 466	13,9
Boissons		
Bière de banane	2 576	24,4
Bière de sorgho	696	6,6
Bière primus	808	7,7
Autres	90	0,9
Sous-total	4 170	39,5
Autres aliments		
Huile de palme	449	4,3
Sel	491	4,7
Sucre	104	1,0
Autres	244	2,3
Sous-total	1 288	12,2
Total	10 553	100,0

[a] En 1988, 80 Francs rwandais (RWF) = 1 dollar américain (USD)

Tableau 2. Répartition (%) des enfants de 0 à 60 mois, selon le ratio poids/âge, 1986.

	Âge des enfants (mois)					
	0–12	13–24	25–36	37–48	49–60	Total
Nombre d'enfants	650	682	684	559	420	2995
Ratio poids/âge						
plus de 80%	82,2	69,3	73,2	68,2	66,9	72,4
moins de 80%	17,8	30,7	26,8	31,8	33,1	27,6

Tableau 3. Fréquence de l'administration d'une supplémentation alimentaire aux enfants de six à 24 mois, 1987.

Âge des enfants (mois)	Nombre d'enfants	Nbre de repas par jour en dehors de l'allaitement maternel							
		0	1	2	3	4	5	6	Plus de 6
6–8	17	2	–	4	6	4	1	–	–
9–12	17	–	–	3	6	2	6	–	–
13–18	29	–	–	3	6	13	3	4	–
19–24	17	–	1	2	6	5	3	–	–
Plus de 24	20	–	–	1	4	11	4	–	–
Total	100	2	1	13	28	35	17	4	0

les nourrissons de Nyabishongo étaient sevrés à 12 mois, 76% des mères ayant rapporté qu'elles donnaient du sorgho comme produit de sevrage traditionnel.

Dick Heyward, conseiller de la Banque mondiale, qui travaillait avec le Centre pour la formation en nutrition (CNFR) à Ruhengeri de février à avril 1985, a fait des essais sur l'acceptabilité gustative pour les enfants de bouillie de sorgho germé et non germé enrichie de farine de pois ou de haricots. Les essais, faits auprès de 28 enfants et leurs mères, furent effectués au Centre de nutrition appliquée (CNA). Les travailleurs du CNA ont préparé quatre différentes bouillies avant l'arrivée des mères: du sorgho germé avec des haricots écossés, du sorgho non germé avec des haricots écossés, du sorgho germé avec des pois et du sorgho non germé avec des pois. Dans cette expérience d'une semaine, les mères, en groupes séparés, ont évalué les bouillies en fonction de la saveur, de l'odeur, etc. Les mères donnèrent ensuite les mélanges à leurs enfants, dont les réactions furent notées par le personnel du CNA.

Les tests conclurent qu'en raison de leur saveur légèrement sucrée, les bouillies à base de farine de sorgho germé avaient la préférence. Les bouillies

plus aromatiques faites de sorgho germé grillé étaient les préférées. Les résultats de cette expérience n'ont malheureusement pas été publiés. Jusqu'à présent, aucune initiative n'a été faite en vue d'utiliser le sorgho germé comme aliment de sevrage.

L'enquête nationale sur la nutrition de 1986, menée auprès de 2995 enfants, fournit l'information contenue dans le Tableau 2 sur la condition des enfants ayant jusqu'à cinq ans (60 mois) (Rwanda 1986a). Ces enfants étaient, en moyenne, alimentés au sein pendant 18,6 mois. Sur 1332 enfants de moins de 24 mois, seulement 424 recevaient des bouillies. Dans plus de 46% des familles étudiées, ces bouillies étaient préparées moins de sept fois par semaine. La préparation quotidienne des repas était la suivante: un repas par jour dans 292 familles (14,6%), deux repas par jour dans 1486 familles (74,5%) et trois repas par jour dans 218 familles (10,9%).

Une étude sur l'alimentation des enfants de six à 24 mois, effectuée par le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et l'Université nationale du Rwanda (UNR) est actuellement en cours. Une sélection au hasard de 100 fiches contenant des données recueillies dans un secteur de Butare a montré la fréquence avec laquelle une supplémentation alimentaire était administrée aux jeunes enfants (Tableau 3).

Conclusions

Le sorgho est cultivé partout au Rwanda. Presque toutes les familles rurales rwandaises préparent de la farine de sorgho germé qui est ensuite fermentée pour fabriquer la bière. On trouve donc cette farine, qui produit une bouillie plus énergétique que celle à base de farine de sorgho non germé, dans la plupart des familles; il suffirait seulement que les mères soient encouragées à l'utiliser pour préparer les aliments de sevrage de leurs jeunes enfants. Toutefois, à notre connaissance, aucune étude sérieuse n'a été entreprise au Rwanda sur l'usage de bouillie de sorgho fermenté, soit en tant qu'aliment de sevrage soit comme aliment pour les enfants devenus anorexiques à la suite d'une maladie. À l'heure actuelle, ni la valeur énergétique de la farine, ni sa résistance à la détérioration ne sont reconnues par les mères ou par le personnel de nutrition.

Des études d'envergure devraient être effectuées pour enquêter sur les problèmes qui entravent la consommation par les jeunes enfants de produits à base de sorgho germé. De telles études comprendraient l'acceptabilité gustative de la farine ainsi que son efficacité à prévenir la malnutrition. De nombreuses inconnues existent toujours quant à l'usage du sorgho germé et des produits fermentés selon la méthode traditionnelle dans le régime alimentaire des enfants. Il serait important qu'un projet appuyant de plus amples recherches sur le sorgho et l'alimentation des nourrissons soit inclus dans le programme quinquennal de coopération de l'UNICEF avec le gouvernement du Rwanda; ce programme fonctionne de concert avec le quatrième plan quinquennal du pays.

Bibliographie

Rwanda, Ministère de l'Agriculture. 1984. Enquête nationale agricole. Ministère de l'Agriculture, Kigali, Rwanda.

Rwanda, Ministère de la Santé publique et des Affaires sociales. 1986a. Enquête nationale sur l'état nutritionnel des enfants de moins de cinq ans. Ministère de la Santé publique et des Affaires sociales, Kigali, Rwanda.

Rwanda, Ministère du Plan. 1986b. Enquête sur le budget et sur la consommation des ménages au Rwanda. Ministère du Plan, Kigali, Rwanda.

Observations sur la croissance et le sevrage des enfants au Zimbabwe[1]

J.R. Mutamba

Département de nutrition, Ministère de la Santé, BP 8204, Causeway, Zimbabwe

Résumé *Des discussions spéciales engagées avec plusieurs personnes âgées vivant dans le Zimbabwe oriental ont mis en lumière des pratiques de sevrage qui ne sont plus tellement utilisées. D'après les informations recueillies, les pratiques traditionnelles comportaient la préparation d'une grande quantité de bouillie acidifiée qui permettait de faire gagner du temps, d'économiser le combustible et d'alléger le travail. Les fines herbes entreposées avec la bouillie produisaient l'effet d'un agent de conservation; et la farine de la patate douce édulcorait la bouillie tout en accroissant sa densité énergétique. En se fondant sur ces informations, il est recommandé de poursuivre les recherches sur les pratiques de sevrage traditionnelles.*

Dans de nombreux pays en développement, la malnutrition des enfants de moins de cinq ans suscite de vives préoccupations. Les études effectuées en vue de déterminer la prévalence de malnutrition au Zimbabwe (UNICEF 1980), en utilisant comme indicateur le ratio poids/âge, ont montré un déclin dans le taux de malnutrition, qui est passé de 50% à 10 à 20% (données cliniques du système d'information sur la santé nationale du Zimbabwe pour janvier à juin 1987); ces données ne comprennent pas les enfants de moins de cinq ans qui ne fréquentent pas les cliniques pour bébés bien portants. Malgré cette amélioration apparente, l'étude sur les ménages de 1985 (données non publiées) montre qu'il y a encore beaucoup à faire pour diminuer le taux de malnutrition associé à la période de sevrage (Fig. 1 à 4).

Même si la malnutrition a de nombreuses causes, les résultats de l'étude de 1985 semblent confirmer le rôle que jouent les pratiques de sevrage inappropriées dans l'étiologie de la malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans. Ce document a pour but d'engager la discussion et d'élaborer une stratégie de lutte contre la malnutrition infantile; le point le plus important de cette stratégie est le travail de recherche sur les méthodes traditionnelles de sevrage et les moyens à prendre pour les améliorer.

---

[1] Ce document a été présenté par L. Mushonga, Ministère de la Santé, Causeway, Zimbabwe.

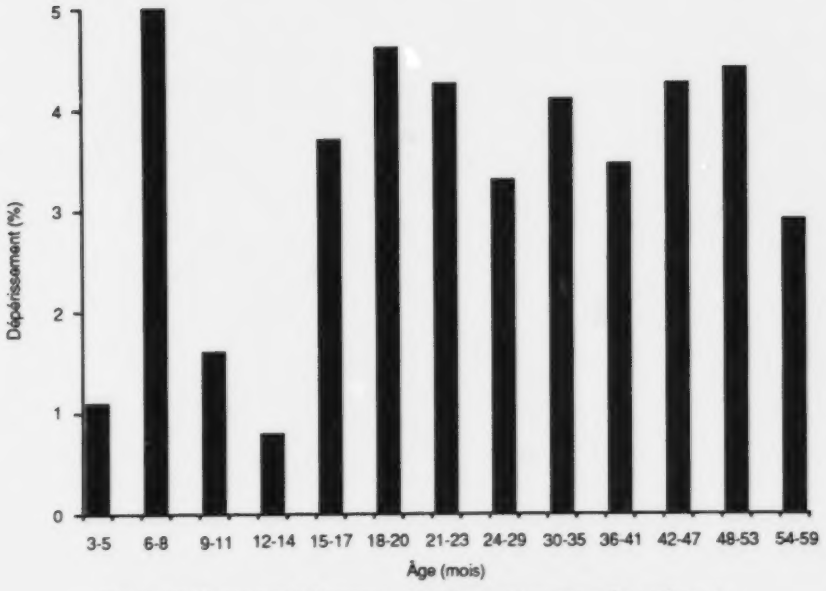

Fig. 1. Incidence du dépérissement, dans les zones communales seulement (pourcentage d'enfants présentant une déviation-type du ratio poids/âge inférieure à -2).

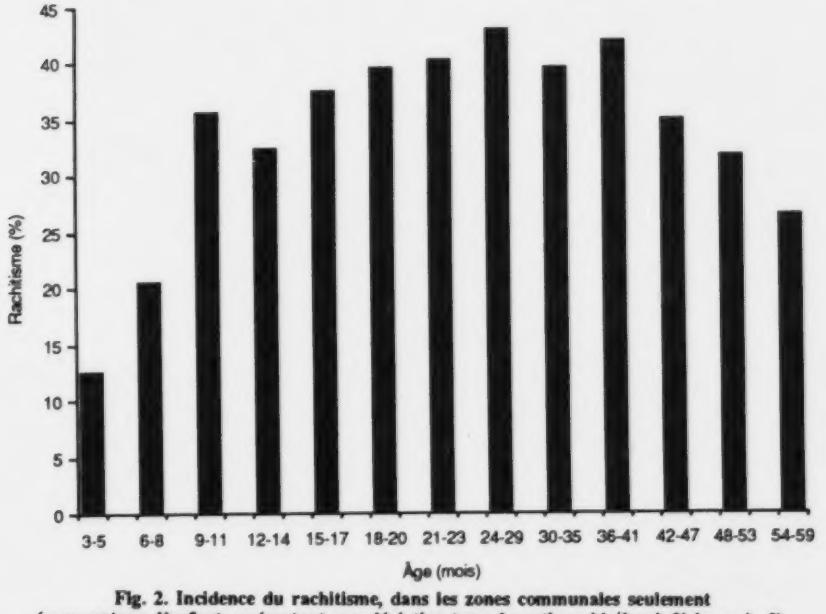

Fig. 2. Incidence du rachitisme, dans les zones communales seulement (pourcentage d'enfants présentant une déviation-type du ratio poids/âge inférieure à -2).

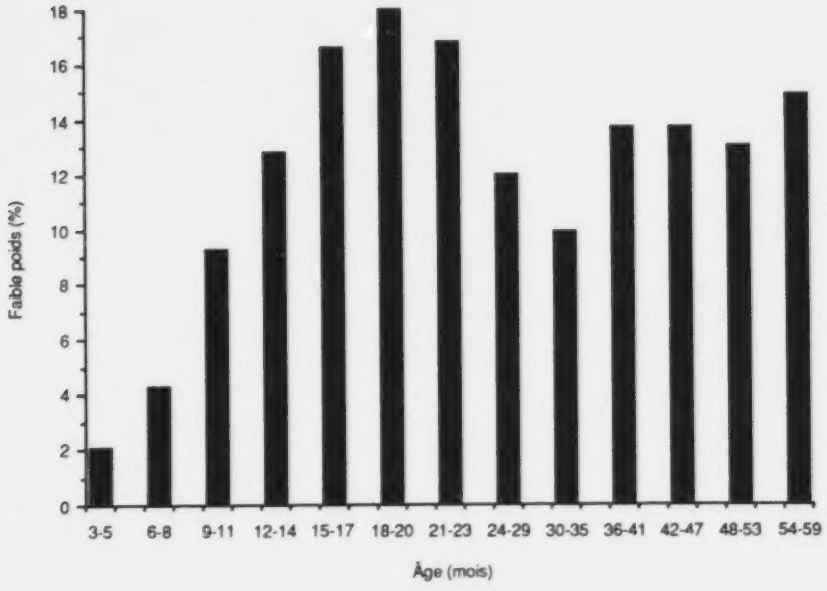

Fig. 3. Incidence du faible poids, dans les zones communales seulement (pourcentage d'enfants présentant une déviation-type du ratio poids/âge inférieure à -2).

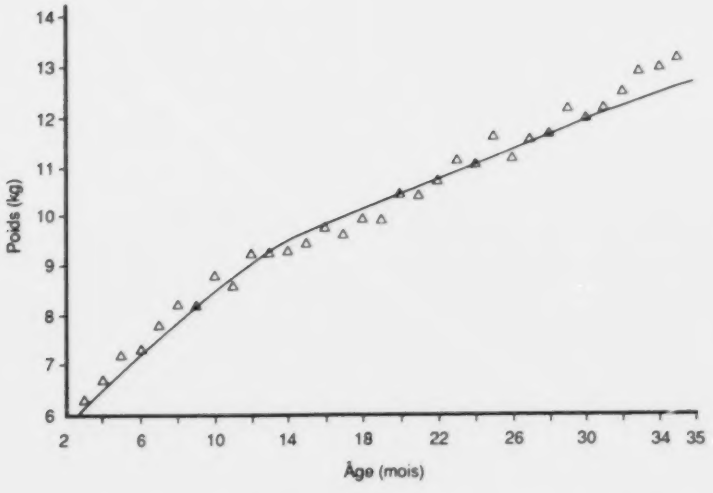

Fig. 4. Poids moyen selon l'âge, dans les zones communales seulement.

Les méthodes de sevrage traditionnelles

D'après des entrevues spéciales non officielles tenues dans la province de Manicaland avec des personnes âgées (60 ans et plus), l'impression générale exprimée était que le taux de malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans a déjà été inférieur à celui qui sévit à l'heure actuelle. La plupart des enfants avaient été traditionnellement nourris au sein pendant 24 mois au moins. La bouillie acidifiée avait été largement utilisée en tant que produit de sevrage; une quantité suffisante était préparée pour durer trois ou quatre jours, réalisant ainsi des économies de combustible et réduisant la charge de travail de la mère. Les racines de certaines herbes étaient placées dans un récipient en terre cuite et la bouillie cuite versée par-dessus; ces herbes étaient censées faire prendre rapidement du poids. L'ensemble mélange et pot de terre est appelé «shupa». L'usage de ce mélange aigrelet n'était pas associé aux épisodes de diarrhée.

Une farine à base de fines tranches séchées de patates douces était parfois ajoutée à la bouillie juste avant de servir. Cela en améliorait le goût et augmentait également sa densité énergétique. Les patates douces étaient tranchées et séchées au soleil très tôt après la récolte. De la poudre produite à partir d'une racine à saveur sucrée était également utilisée pour édulcorer la bouillie.

Une pâte de céréales faite d'eau et des céréales moulues disponibles au niveau local (c.-à-d. maïs, sorgho, millet) était parfois utilisée pour faire une bouillie; on la laissait mijoter pendant un moment avant de la placer sur les racines des herbes, dans le pot de terre. Une portion de ce mélange pouvait être servie immédiatement et le reste, pendant la journée, pendant trois ou quatre jours, selon les besoins.

Discussion

Ces méthodes traditionnelles d'alimentation des enfants ne sont plus usitées de nos jours au Zimbabwe; très peu de jeunes mères en connaissent même l'existence. L'information recueillie, bien que peu abondante, pourrait servir de point de départ à la recherche visant à l'amélioration des régimes de sevrage locaux. Jusqu'à présent, la recherche indique, par exemple, que l'incidence des diarrhées est supérieure avec l'utilisation de régimes à base de produits fermentés; ce qui semble contredire les déclarations des personnes âgées interrogées. Il serait nécessaire de faire des recherches plus approfondies pour établir si les poudres de racines, en plus d'améliorer la saveur des bouillies fermentées, augmentent la capacité d'entreposage du mélange et si elles réduisent la prolifération des bactéries qui provoquent la diarrhée. Des travaux de laboratoire pourraient déterminer si les additifs traditionnels ont une valeur nutritive quelconque, et dans l'affirmative, quelles sont les quantités nécessaires pour couvrir les besoins physiologiques d'un enfant.

En se fondant sur l'information fournie par les personnes âgées, une plus

ample recherche devrait être entreprise sur les pratiques de sevrage traditionnelles; ainsi, nous pourrons travailler à améliorer les pratiques de sevrage actuelles.

Bibliographie

UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance). 1980. Mission report. UNICEF, New York, NY, É-U.

L'usage des produits fermentés dans l'alimentation des enfants au Botswana

Cynthia Mokwena

Division de la santé familiale, Section de la nutrition,
Ministère de la Santé, BP 992, Gaborone, Botswana

Résumé *Au Botswana, les bouillies, fermentées ou non fermentées, servent d'aliments de sevrage. Elles sont préparées avec les céréales disponibles (sorgho, millet et maïs) et elles sont particulièrement appréciées dans les périodes de disette. Toutefois, les bouillies non fermentées sont bourratives et de faible valeur énergétique et contiennent peu des nutriments indispensables à la croissance et au développement de l'enfant. Il a été constaté que la fermentation, une méthode de conditionnement alimentaire courante au Botswana, donnait une meilleure saveur aux bouillies, accroissait leur valeur nutritive, diminuait leur volume et prolongeait leur durée de conservation. Étant donné qu'au Botswana la malnutrition prédomine pendant la période de sevrage, l'usage de bouillies fermentées pourrait permettre de réduire les problèmes dus au sevrage précoce. Il est nécessaire de faire une étude sur les produits et les pratiques de sevrage du Botswana afin d'obtenir des données de base sur l'usage de produits fermentés pendant le sevrage; une telle étude peut être plus utile dans les régions où la technologie appropriée est déjà en place.*

Au Botswana, la plupart des familles rurales font trois repas par jour. Le repas du matin est léger, consistant de thé et d'une bouillie légère. Après une matinée de dur labeur, c'est le moment du repas de midi; celui-ci est tenu pour être le plus important de la journée et il comprend une plus grande variété d'aliments. Le repas du soir est aussi léger que celui du matin auquel il ressemble le plus souvent. Toutefois, ces modes de base changent lorsque les ressources sont abondantes: si les récoltes familiales ont été bonnes, on fera cuire plus d'aliments et il est courant qu'il y ait des restes; les membres de la famille peuvent alors se servir pendant toute la journée. Toutefois, sauf en périodes de surplus alimentaire, manger entre les repas n'est pas une coutume bien établie au Botswana.

La tradition tswanaise reconnaît que la grossesse est la période la plus déterminante pour l'état nutritionnel futur du nourrisson. Pendant la grossesse, certains aliments précis sont considérés indispensables: les femmes tswanaises enceintes sont encouragées à boire autant de lait qu'elles le désirent; il arrive même qu'elles déménagent près du lieu de pâturage du bétail familial pour être plus près de la source de lait. D'autres aliments considérés bénéfiques pendant la grossesse sont la viande, les légumes verts et les bouillies de céréales.

Après l'accouchement, la mère entre dans une période de réclusion, une période de solitude qui dure de trois à six mois. Pendant ce temps, une femme âgée, de préférence une femme n'étant plus en âge de procréer, prend soin du nourrisson et s'occupe de la mère, lui préparant et lui servant ses repas (les autres membres de la famille sont servis à partir d'une autre marmite). La mère consomme autant de bouillie, de lait frais, de viande et autres produits qu'elle le désire et elle est encouragée à boire autant de liquide que possible. Pendant cette période, il est possible qu'elle soit véritablement le membre le mieux nourri de la famille: les autres renoncent souvent à une partie de leur ration afin qu'elle ait la plus grande part. Pendant cette période, le maintien de la production de lait maternel préoccupe autant la mère que la personne qui s'occupe d'elle.

Après cette période de réclusion, la mère retourne à son dur labeur habituel — qui ne lui laisse que peu de temps pour se nourrir ou nourrir sa famille correctement. De ce fait, la mère et l'enfant adoptent un mode d'alimentation inadéquat autant sur le plan de sa valeur nutritive que sur celui de la fréquence des repas. Cette situation a de graves répercussions sur la santé et la croissance de l'enfant; étant donné que la production de lait maternel diminue lorsque l'alimentation est insuffisante et la succion peu fréquente, la croissance de l'enfant commence à fléchir. [Note du rédacteur: de nombreuses études ont trouvé que la production de lait n'est touchée qu'en cas de grave malnutrition.]

Selon les résultats de l'enquête de 1984 sur la santé des familles, les enfants du Botswana sont nourris au sein jusqu'à 19 mois en moyenne. Les femmes, notamment dans les régions rurales, allaitent parfois jusqu'à l'arrivée d'une autre grossesse ou tant que leur production de lait reste suffisante. En fait, les études ont montré que certaines femmes allaitaient jusqu'à ce que l'enfant ait quatre ans. Cette même étude a également montré que si les niveaux de malnutrition sont très faibles chez les enfants de zéro à six mois, ils s'élèvent par la suite pour atteindre 20 à 30%. La malnutrition prédomine surtout après les six premiers mois: d'autres aliments sont alors introduits dans le régime et d'autres facteurs entrent en jeu au niveau familial et communautaire; les modes alimentaires sont généralement liés aux facteurs économiques, sociaux, technologiques et biologiques.

Les pratiques de sevrage

Traditionnellement, le moment opportun pour commencer le sevrage n'est pas bien défini. Il est déterminé à la fois par les facteurs socio-économiques et culturels comme la disponibilité des produits alimentaires au niveau familial, la récurrence des grossesses, la maladie des nourrissons (notamment lorsque le lait de la mère est tenu pour être un facteur déterminant) et les croyances et pratiques culturelles, notamment celles qui se rapportent à la consommation des aliments et à la façon d'élever les enfants.

Une fois que l'on a décidé que le moment était venu de sevrer l'enfant, plusieurs méthodes peuvent être adoptées: l'enfant peut être séparé de sa mère

en l'envoyant habiter chez des parents pendant plusieurs mois; on peut forcer l'enfant à arrêter l'allaitement en appliquant sur le sein des produits ayant un goût désagréable; ou la mère peut simplement refuser d'allaiter. Ces mesures radicales sont généralement prises avant que l'enfant ait eu suffisamment le temps de s'habituer à consommer d'autres aliments. Un sevrage aussi radical culmine souvent en perturbations affectives, entraînant la perte d'appétit et la mauvaise santé. Grâce aux programmes d'éducation sanitaire améliorés, plus de mères commencent à sevrer progressivement leurs enfants après quatre à six mois, et de manière à éviter des pratiques de sevrage préjudiciables.

Les produits de sevrage

Au Botswana, sauf en ce qui concerne un petit pourcentage d'enfants des milieux urbains dont les mères travaillent et de quelques mères aisées des régions rurales, l'enfant en période de sevrage reçoit rarement des produits alimentaires préparés commercialement. Au Botswana, les aliments de sevrage traditionnels sont le lait frais — lait de vache ou de chèvre, selon la disponibilité. Pendant la période de sevrage, les enfants sont emmenés vers les pâtures du bétail où le lait est facilement disponible; il n'est pas rare qu'un enfant ait un régime lacté sans supplémentation alimentaire. En fait, on encourage les enfants à consommer une certaine quantité de lait avant de leur offrir tout autre aliment.

Lorsque la mère ou la gardienne sont satisfaites de la quantité de lait consommée, on présente progressivement à l'enfant les produits que mangent les adultes et qui sont considérés comme pouvant convenir au sevrage. Il s'agit principalement de bouillies à base de céréales locales. Ces bouillies peuvent être préparées avec du lait, de l'eau ou du lait sur, selon la préférence du moment. La quantité de la supplémentation protéique ajoutée (lait) varie selon la disponibilité. Étant donné que les enfants sont nourris à partir de la marmite familiale, la fréquence de leurs repas dépend de l'horaire des repas de l'ensemble de la famille.

Le sorgho est traditionnellement l'aliment de base préféré dans la plus grande partie du Botswana; parce qu'il supporte mieux la sécheresse que le maïs, c'est la céréale la mieux adaptée aux conditions climatiques dominantes. Le millet est l'aliment de base préféré des Bakalaka du Botswana du nord. Traditionnellement, la bouillie de maïs du Botswana («phaleche») était jugée convenable en période de sécheresse, mais non pour les enfants qui grandissent. Toutefois, au cours des années, la préférence des consommateurs s'est portée vers la farine de maïs au détriment de la farine de sorgho. Cela est attribué au fait que la farine de maïs est disponible dans le commerce — pré-emballée et donc pratique. Parce que la farine de sorgho n'est pas produite commercialement, elle doit l'être par la famille et être moulue à la main; le broyage ou pilonnage est une tâche quotidienne qui exige de la femme une à trois heures de son temps.

Afin de stimuler la demande pour la farine de sorgho, le Botswana Agricultural Marketing Board et le Rural Industries Innovations Centre ont

entrepris d'installer des minoteries commerciales de sorgho. La réponse positive a indiqué qu'il existait bien une demande pour une farine de sorgho produite commercialement. Pour le gouvernement, l'objectif recherché en introduisant le conditionnement du sorgho était d'encourager la sécurité alimentaire — de stimuler la demande pour une production excédentaire de sorgho et, de ce fait, d'augmenter le stock national avec un produit de base bien adapté au climat aride du Botswana. Si cet objectif se matérialise, la disponibilité du sorgho produit commercialement pourrait redonner à cette céréale son ancienne popularité et aider à réduire considérablement le volume de travail des femmes.

Dans presque toutes les régions du Botswana, les bouillies de céréales sont largement administrées comme produits de sevrage. Cependant, les facteurs culturels jouent un rôle dans le choix du type de bouillie: la bouillie fermentée («ting») est préférée par les sociétés tswanaises du sud-est du Botswana, par les Bakgatla, par les Balete et les Batlokwa; les tribus qui vivent dans l'ouest et le nord du pays préfèrent généralement les bouillies non fermentées. Bien qu'au cours des années l'usage de bouillies fermentées se soit répandu dans les autres tribus, c'est seulement dans le sud-est qu'on en administre aux enfants à l'âge du sevrage. Cela peut être dû au fait que les adultes qui souffrent de «brûlures d'estomac» après avoir mangé des bouillies fermentées craignent que leurs enfants ne souffrent du même problème.

Le «ting» est préparé dans un récipient (traditionnellement un pot en argile; aujourd'hui, n'importe quel type de contenant). Les grains sont mélangés à de l'eau chaude pour former une pâte épaisse; celle-ci est ensuite placée dans un endroit chaud. Pour accélérer le processus de fermentation, les résidus de fermentations précédentes peuvent être utilisés pour déclencher la fermentation du mélange, qui est ensuite mis à reposer pendant la nuit, après quoi il est prêt à être utilisé.

Conclusions

Il est nécessaire de disposer de données de base sur l'usage et la préparation de divers aliments de sevrage et sur les pratiques de sevrage traditionnelles. Grâce à ces données, il devrait être possible de concevoir des interventions appropriées pour réduire la malnutrition chez les enfants à l'âge du sevrage.

Les modes de sevrage au Swaziland et le marketing social en vue du changement

Juliet M. Aphane[1] et Lena K. Nilsson[2]

[1]Ministère de l'Agriculture et des Coopératives, BP 162, Mbabane, Swaziland; et [2]Fonds des Nations Unies pour l'enfance, BP 1859, Mbabane, Swaziland

Résumé *Un projet en voie de réalisation au Swaziland a pour objectif de concevoir des stratégies visant à améliorer l'état de santé et l'état nutritionnel des jeunes enfants. Ce projet comporte quatre étapes : l'évaluation, la conception et la formulation des stratégies, la mise en oeuvre, le contrôle et l'évaluation. En raison du fait que le travail en est à ses débuts, on ne présente ici qu'une seule des activités d'évaluation — l'étude du groupe cible. Il s'agit d'une exploration comportant des discussions spéciales tenues en petits groupes avec des bénéficiaires potentiels du programme. Les sujets qui ont été abordés sont les suivants : l'état de santé des enfants (selon la perception des parents), les indicateurs de santé, les maladies infantiles, les aspirations des parents, et l'alimentation et la façon d'élever les enfants, y compris l'accès à l'information sur les soins de santé. Les résultats de cette étude serviront à une autre étude plus en profondeur et à la planification des activités subséquentes, qui comprendront l'utilisation des techniques de « marketing social », la formation et les communications de masse.*

Un projet est en voie de réalisation au Swaziland dont l'objectif est d'améliorer les modes d'alimentation des enfants grâce à un programme de formation et de communication de masse. Ce projet est parrainé par le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). Le Conseil national de nutrition (NNC) est responsable de la mise en oeuvre du projet et de la coordination des opérations des divers ministères en cause. Du personnel gouvernemental a été affecté à plein temps à ce projet. Ledit projet résulte des constatations faites lors de l'enquête nationale de 1983 sur l'état de la nutrition — l'enquête la plus étendue de toutes les études portant sur la nutrition qui ont été effectuées au cours des cinq dernières années au Swaziland. L'enquête a vérifié les problèmes de nutrition des jeunes enfants et indiqué les facteurs associés à la malnutrition chronique, qui ressortent constamment d'étude en étude. Ces facteurs comprennent :

- le retard de croissance sévit au plus haut degré dans les régions rurales chez les enfants de 18 à 23 mois (42 %);

- la période d'allaitement au sein exclusivement est extrêmement courte ou inexistante; du lait d'origine animale est introduit dès les premières semaines de vie;

- l'introduction d'aliments demi-solides se produit trop tôt; bien que les études indiquent que le premier aliment offert est généralement une bouillie de maïs claire, elles donnent bien peu d'information sur la manière dont cette bouillie est préparée et sur la quantité donnée;

- les jeunes enfants sont nourris selon un régime relativement restreint quant au nombre d'aliments offerts et aucune information détaillée n'est disponible quant au régime des enfants de moins de deux ans;

- en règle générale, les enfants mangent ensemble à partir d'un plat commun; ce qui rend difficile le calcul de la quantité d'aliments consommés par un seul enfant;

- peu d'information est disponible quant au genre de collation donnée aux enfants de moins de deux ans;

- il est probable que les habitudes varient moins selon la zone agro-écologique que selon le milieu socio-économique;

- les modes d'alimentation des enfants exigent une attention particulière dans les familles où les parents ont reçu peu ou pas d'éducation scolaire et dont les revenus sont faibles.

Description du projet

Le projet aura recours aux communications pour atteindre ses objectifs. Si les tentatives faites dans de nombreux pays en vue d'améliorer la nutrition au moyen d'éducation et de communication ont échoué, c'est par faute d'attention à l'étape de la conception du programme, à la praticabilité des messages et à l'identification des groupes visés par des moyens de communication appropriés. Ce projet essaiera d'éviter ces pièges en accordant une attention minutieuse à la conception des messages et aux diverses phases d'essais préalables. Comme résultat, la diffusion réelle des messages n'aura pas lieu tant que le projet ne sera pas relativement avancé.

Le projet utilisera les techniques de « marketing social » afin de connaître les problèmes de nutrition précis, les groupes cibles et les changements souhaités relatifs au comportement. Il est nécessaire que les chercheurs obtiennent des réponses aux questions fondamentales suivantes: pourquoi les mères nourrissent-elles leurs enfants comme elles le font; quelles ressources ces mères seraient-elles prêtes à mobiliser afin d'améliorer l'alimentation des jeunes enfants; et quel serait le moyen le plus efficace de promouvoir et d'encourager le changement.

Le projet est entrepris en quatre étapes, chacune découlant de la précédente:

- Phase I — Évaluation: revue des ouvrages publiés, enquête auprès des groupes cibles, entretiens avec certaines familles et essais d'intervention.

- Phase II — Conception et formulation des stratégies: formulation de stratégies, mise au point de prototypes de messages et d'autres éléments d'information et essais préalables, révision et production des messages et éléments d'information, mise au point des méthodes de formation, enquête de base, et établissement des cadres d'évaluation et de contrôle.

- Phase III — Mise en oeuvre: ateliers sur les techniques de communication et sur l'orientation du programme, programme de communication de masse, et études de contrôle et d'évaluation.

- Phase IV — Contrôle et évaluation: reprise de l'enquête de base et analyse des autres données pertinentes.

Le but ultime tend à concevoir des stratégies de projet susceptibles d'améliorer l'état de santé et l'état nutritionnel des jeunes enfants. En ce qui concerne l'état actuel du projet, l'enquête auprès du groupe cible est terminée et l'étude en profondeur effectuée dans les familles est en voie de conception.

Phase I — Évaluation

La phase d'évaluation a pour objet d'en arriver à une certaine compréhension de l'ensemble des méthodes courantes d'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants — de ce qui motive leur emploi et des conditions qui peuvent les influencer. Au cours de cette phase, trois techniques de recherche (revue des ouvrages publiés, enquête auprès de groupes cibles et entretiens en profondeur dans les familles) seront utilisées pour recueillir les informations voulues.

Enquête auprès de groupes cibles

Une séance chez un groupe cible est une discussion informelle avec un petit nombre de personnes (environ huit) qui sont des bénéficiaires potentiels du programme. Cette forme de discussion permet d'obtenir directement des futurs «clients» les raisons qui les incitent à choisir certains produits ou à maintenir certaines coutumes. Il est essentiel que chaque groupe soit aussi homogène que possible: car plus les membres ont de choses en commun, moins les discussions seront influencées par des variables socio-économiques et démographiques. Il faut souligner qu'une discussion engagée dans un groupe cible n'est par nature qu'une exploration et, en conséquence, elle devrait être tenue avec le moins de formalités possible.

Étant donné que les échantillons de groupes cibles sont petits, les données recueillies par ce type d'étude ne peuvent pas être utilisées pour quantifier un

problème ou pour faire des projections permettant de généraliser les constatations faites dans d'autres populations. Les données recueillies au cours de ces discussions seront utiles de diverses manières:

- elles constitueront un fonds de documentation sur l'alimentation des nourrissons et des enfants, la façon d'élever les enfants et sur les enfants de façon générale;

- elles aideront à faire naître des idées ou des hypothèses qui seront utilisées lors d'études en profondeur, qui auront lieu sous forme d'entretiens dans des familles;

- elles aideront dans la segmentation des populations cibles et, de la sorte, dans la conception de messages adaptés à ces populations.

Dans la présente étude, cinq groupes cibles différents ont été interviewés. La sélection de ces groupes était fondée sur les résultats de l'enquête nationale de 1983 sur l'état de la nutrition, celle-ci ayant montré que l'arrêt de croissance prématuré était associé au peu de scolarité des parents et que l'incidence était la plus élevée chez les enfants en sevrage. Les cinq groupes de population sont les suivants:

- « les mères en général » — les mères qui ont moins de trois ans de scolarité secondaire (sans certificat du premier cycle secondaire) et qui s'occupent principalement des enfants de moins de 24 mois; ce groupe comprend des gardiennes de la même génération que les mères biologiques;

- « les jeunes mères » — les mères qui ont trois ans de scolarité secondaire ou moins (environ trois ans ou moins de premier cycle secondaire) et un seul enfant de moins de 24 mois;

- « les mères qui travaillent » — les mères qui ont trois ans de scolarité secondaire ou moins, qui travaillent à l'extérieur du foyer pendant plus de six heures par jour et doivent laisser à la maison des enfants de moins de 24 mois;

- « les pères » — les pères qui ont trois ans de scolarité secondaire ou moins et qui prennent soin d'enfants de moins de 60 mois;

- « les grand-mères » — les grand-mères (ou les gardiennes d'une génération de plus que les mères biologiques) qui s'occupent principalement des enfants de moins de 24 mois.

L'enquête nationale de 1983 sur l'état de la nutrition a montré que l'arrêt de croissance prématuré ne varie pas selon la zone agro-écologique ou la région administrative. Toutefois, on suppose généralement que les modes d'alimentation des enfants varient selon le degré d'urbanisation; les localisations de terrain ont donc été choisies sur cette base: rurale, éloignée (Hhelehhele, Hhohho); rurale, accessible (Mbekelweni); périurbaine, faibles

revenus (Kakhoza); périurbaine, revenus moyens (Mobeni, Matsapha); et ville patronale (Ubombo).

Pour comprendre les idées des participants sur l'alimentation des enfants et la façon de les élever, les sujets suivants ont été discutés: comment les parents perçoivent-ils l'état de santé de l'enfant étudié; les indicateurs de santé (pour les enfants seulement); les maladies infantiles; les changements d'attitudes entre les générations; les aspirations (des parents pour leurs jeunes enfants et pour eux-mêmes); et l'accès à l'information. Au total 20 séances furent tenues avec les groupes cibles; les discussions ont été enregistrées sur bande et transcrites textuellement.

Le processus d'analyse comprenait les trois étapes suivantes: les résumés des discussions de chaque groupe cible par sujet traité; les descriptions de chaque sujet par population cible et par région; et la description de chaque sujet, avec tous les groupes en association, c'est-à-dire un profil national. Le travail sur le terrain a duré environ quatre mois de même que la période d'analyse.

Résumé des résultats

Le résumé des résultats présenté dans le présent document ne donne qu'un aperçu des constatations; toutefois, cela suffira peut-être pour donner au lecteur une idée du genre d'information que l'on peut obtenir à partir de discussions avec des groupes cibles.

La perception de l'état de santé

Les parents à qui l'on a demandé s'ils pensaient que leurs enfants étaient en bonne santé ont répondu pour la plupart de façon affirmative. Selon eux, un enfant est en bonne santé lorsque les circonstances suivantes sont établies: lorsque l'enfant est bien nourri; lorsqu'il a été immunisé, à la fois selon les méthodes traditionnelles et modernes; lorsque le gain de poids est évident; et lorsque l'enfant est à l'aise, heureux, et plein d'entrain. Les enfants étaient jugés en mauvaise santé lorsqu'ils souffrent de diarrhée et de vomissements, de vers intestinaux ou de rhumes.

Lorsqu'on a demandé aux parents si leurs enfants grandissaient, la plupart ont répondu aussi par l'affirmative; dans ce cas, leur évaluation était fondée sur la capacité des enfants de s'asseoir, de parler, de se tenir debout, etc., et sur le fait qu'ils étaient agréables à regarder et étaient toujours heureux. Toutefois, les grand-mères qui ont répondu que leurs petits-enfants ne grandissaient pas très bien, voulaient dire que ces enfants n'étaient pas agréables à regarder et n'étaient pas bien nourris.

Les indicateurs de santé

Afin de faciliter la discussion sur les indicateurs de santé, deux images ont été utilisées. L'une montrait un bébé bien nourri, en bonne santé; l'autre, un bébé mal nourri. Les participants ont décrit le bébé en bonne santé en termes qui laissaient supposer le bonheur, la santé, la force et l'activité. Ils ont dit que le bébé avait une mère aimante. La maison du bébé en bonne santé a été décrite comme une maison pleine de joie, de vie, et de soins attentifs; plusieurs groupes étaient aussi d'avis que la propreté était un facteur important.

De l'avis des participants, le bébé chétif n'était pas bien nourri, il n'avait pas reçu les aliments des trois groupes recommandés; il avait un trop gros ventre et devait souffrir de diarrhée. Certains ont aussi mentionné que l'air malheureux de l'enfant témoignait de sa mauvaise santé. Sa mère a été décrite par les autres mères comme étant irresponsable, «agitée», désordonnée et paresseuse. Les pères ont décrit la mère comme une personne qui boit beaucoup même lorsqu'elle est enceinte et qui nourrit son enfant uniquement de bouillie. La maison du bébé mal nourri a été décrite comme étant sale et pauvre. Certains ont déclaré que la maison pouvait appartenir à des gens riches, mais que les parents étaient sûrement négligents: pour que l'enfant devienne si chétif, dirent-ils, les parents n'avaient pas pratiqué la planification familiale; la femme était redevenue enceinte trop tôt, et en conséquence, la venue de cet enfant n'avait pas provoqué d'enthousiasme dans ce foyer.

La façon d'élever les enfants

Afin de s'assurer qu'un enfant demeurera en bonne santé, plusieurs méthodes ont été recommandées: bien nourrir l'enfant, lui donner des aliments qui enrichissent le sang; lui donner une préparation lactée ou du lait de vache; et maintenir un état de propreté général. On a aussi recommandé l'allaitement au sein et d'emmener l'enfant malade à la clinique ou chez le guérisseur traditionnel. Les habitudes de la mère en ce qui concerne la santé ont également été notées comme étant relativement importantes. La plupart des mères ont affirmé qu'il est important de fréquenter les cliniques prénatales. Les pères et les grand-mères ont soutenu que la femme enceinte devrait être bien nourrie et s'abstenir des mauvaises habitudes, notamment celle de boire de l'alcool.

La plupart des groupes ont décrit un certain nombre de rituels auxquels un enfant devrait être soumis. Il a été recommandé de donner à l'enfant à sa naissance de l'eau bouillie avec un peu de sucre et de sel, ou de l'eau bouillie avec un gruau clair de féculents. Les rituels traditionnels et l'immunisation par le vaccin BCG étaient, dirent-ils, importants pour le jeune enfant.

Lorsque l'enfant est un peu plus âgé, il est jugé important de l'introduire à la culture swazie en le laissant manger à partir du même plat que les autres enfants. On croit que cette habitude stimule l'appétit et économise les condiments. Cependant, étant donné que les enfants plus âgés consomment la plus grande partie des aliments et parce que les enfants se battent parfois, certains participants ont désapprouvé cet usage de plats communs.

L'alimentation de l'enfant

La plupart des mères donnent à leur enfant immédiatement après sa naissance de l'eau bouillie avec du sucre et du sel. Cet usage, dit-on, nettoie l'estomac et satisfait la faim du nourrisson jusqu'à ce que le lait maternel commence à couler. De nombreuses mères ont avoué qu'elles l'avaient fait sans raison particulière, sauf parce qu'il s'agit d'une coutume qui leur a été léguée par les générations précédentes. Les biberons d'eau se continuent parfois pendant deux ou trois mois. Celles qui avaient accouché à l'hôpital ont déclaré qu'on leur avait conseillé de donner le sein immédiatement (une pratique qu'on adopte lentement dans les hôpitaux). Quelques mères ont signalé qu'elles donnent encore le premier repas traditionnel (un gruau de féculents clair) pour éprouver l'appareil digestif et introduire l'enfant au foyer.

La plupart des mères estiment qu'il est nécessaire de compléter le lait maternel dès le bas âge. Certaines commencent à le faire dès la première semaine de vie tandis que d'autres attendent un ou deux mois. Elles choisissent le moment d'initiation au complément selon la tendance que manifeste le bébé, par exemple s'il pleure même après avoir été nourri au sein; un autre moyen de choisir le moment opportun, c'est lorsque le bébé commence à regarder sa mère en tétant. Certaines mères sont conseillées par leurs propres mères ou par le personnel de la clinique quant au moment qu'il convient de choisir. Les mères qui travaillent disent qu'elles doivent commencer la complémentation dès qu'elles retournent au travail — entre deux semaines et deux mois, selon la durée du congé de maternité permis.

Les suppléments les plus populaires sont les préparations lactées et les laits en poudre. Le choix se fait généralement par tâtonnements: si le bébé n'aime pas une certaine marque, une autre sera substituée. De plus, les préparations lactées et les laits en poudre sont utilisés de façon interchangeable. Il est courant que les mères soient conseillées par un membre du personnel de leur clinique quant au choix du supplément, surtout si elles ont connu des problèmes d'allaitement au sein. Certaines ont déclaré qu'elles avaient été conseillées par des parentes ou des voisines; d'autres ont dit que le père de l'enfant apportait le lait. Les jeunes mères ont avoué que même si elles avaient assez de lait, il était excitant de nourrir le bébé au biberon.

Lorsque l'enfant a entre deux et quatre mois, on commence souvent à lui donner une bouillie de maïs claire. Cette bouillie est composée de maïs finement moulu auquel on ajoute généralement du lait, du sucre et un oeuf cru. On la donne dans un biberon ou à la tasse avec une cuiller. Du fait que le maïs utilisé est très raffiné, la bouillie de l'enfant est toujours cuite séparément de la bouillie familiale. Si la mère est présente, elle la fait cuire elle-même et la donne au bébé; autrement, la grand-mère ou une autre personne donnera la bouillie au bébé. Entre trois et six mois, l'enfant commence à recevoir les aliments servis à la famille et lorsqu'il est assez grand pour ramper ou pour exprimer sa volonté, il rejoint les autres enfants autour du plat commun. Du fait que certains pensent que la bouillie aigre fermentée provoque des brûlures d'estomac et des vomissements, on dit qu'elle ne convient

pas aux jeunes enfants; pour la même raison, on donne rarement du lait aigre aux enfants. Lorsqu'on a demandé quels aliments sont jugés particulièrement bons pour les enfants, les groupes ont établi une liste comprenant le lait, la bouillie claire, les fruits, et les « aliments bons pour prendre du poids ». On a exprimé l'avis qu'il est temps de mettre fin à l'allaitement au sein lorsque l'enfant est capable de suivre des instructions simples, ou de réclamer le sein.

Un problème majeur qui se pose dans l'alimentation de l'enfant est le manque d'appétit. Si un enfant n'a pas un bon appétit, on lui donne un « médicament pour l'appétit » et un lavement, ou on le nourrit de force. Les mères qui travaillent disent qu'elles ont des problèmes avec les gardiennes d'enfants parce qu'elles ne nourrissent pas bien les enfants. De nombreuses grand-mères affirment que les enfants sont simplement « planqués » dans leurs bras et qu'elles ne reçoivent aucun appui financier de la part des parents, en particulier des pères.

Les maladies infantiles

Les maladies infantiles reconnues comme étant les plus courantes, par tous les groupes, sont la diarrhée et les vomissements (la diarrhée est traitée au moyen d'une solution de sel et de sucre préparée à la maison; on a aussi mentionné le lavement comme un traitement important). D'autres maladies reconnues comme étant très courantes sont: la rougeole, la toux, les éruptions cutanées et le mal de gorge. Tous les parents affirment qu'ils emmènent leurs enfants malades à l'hôpital ou à la clinique. La plupart des groupes de population ont signalé que même s'ils utilisent à la fois les remèdes traditionnels et modernes, ils connaissent des gens qui utilisent uniquement les remèdes traditionnels. La plupart des mères ne modifient pas le régime alimentaire de leurs enfants malades, alors que de nombreux pères ont exprimé leur approbation d'un changement de régime, mais disent qu'il s'agit d'une responsabilité qui incombe à la mère. Les propositions visant le changement de régime comprenaient l'élimination de l'aliment responsable de la maladie; la continuation de l'allaitement au sein; l'apport d'aliments que l'enfant aime; et l'apport d'aliments légers.

Les aspirations

Le voeu formulé le plus souvent par les parents était que leurs enfants soient en bonne santé et qu'ils vivent jusqu'à l'âge adulte. L'instruction et l'indépendance économique figuraient aussi sur la liste des priorités les plus élevées, de même que la stimulation du comportement social des enfants. La plupart des parents ont déclaré qu'ils aimeraient que leurs enfants vivent dans des régions rurales; à leurs yeux, ces régions offrent de meilleures chances d'atteindre à l'indépendance économique et de garder les familles plus unies; ils ont aussi le sentiment que les enfants finiront par développer les richesses de ces régions. La seule opposition à ce point de vue a été exprimée par les pères de la région périurbaine, qui préféraient voir leurs enfants vivre dans les villes.

À l'exception des mères qui travaillent, la plupart des parents ont exprimé le voeu de voir leurs enfants suivre la culture et la tradition swazie. Les mères qui travaillent pensent qu'il est plus réaliste de s'attendre à ce que leurs enfants mélangent la culture moderne et la culture swazie. Là encore, à l'exception des mères qui travaillent, la plupart souhaitaient connaître l'indépendance économique; elles n'aiment pas être à la charge soit de leurs parents soit de leurs partenaires. De même, les pères et les mères qui travaillent aspiraient à l'indépendance: ils ne voulaient pas dépendre d'un emploi extérieur comme source de leur revenu. Les jeunes mères ont exprimé de façon précise leur désir de se marier. En raison du fait que les pères souhaitaient être enterrés chez eux plutôt que dans un cimetière, leur désir de posséder une maison était très clair.

On a aussi demandé aux participants comment ils dépenseraient une grosse somme d'argent inattendue. Les groupes de femmes ont exprimé un vif désir d'avoir des activités génératrices de revenus. Les pères n'avaient pas d'idée précise là-dessus, ils ont indiqué qu'ils apporteraient l'argent à la maison et qu'ils prendraient une décision de concert avec leurs épouses.

L'écart des générations

On a demandé aux participants si leurs opinions concernant l'alimentation et la façon d'élever les enfants différaient de celles de leurs parents. Les jeunes mères ont répondu qu'elles prennent conseil de leurs parents et, par conséquent, partagent leurs opinions. Toutefois, la plupart des participants ont déclaré que leurs opinions sur ces questions diffèrent considérablement de celles de leurs parents.

Ce point de vue a été exprimé de la manière la plus catégorique par les mères en général: elles ont fait remarquer que tandis que la génération précédente avait nourri les enfants de lait de vache, de gruau de féculents, de lait aigre et d'autres aliments utilisés dans la famille, la jeune génération donne aux enfants des préparations lactées, du lait en conserve et des aliments pour nourrissons «instantanés». Les participants ont mentionné d'autres changements: aujourd'hui, disent-ils, les parents courent à l'hôpital lorsque leurs enfants sont malades, alors que la génération précédente avait recours en premier lieu aux guérisseurs traditionnels; il y a de nouvelles maladies infantiles, comme la coqueluche, le tétanos et la poliomyélite; or, comme les pères l'ont signalé, la génération précédente était économiquement indépendante, elle avait un mode de vie différent et le coût de la vie était plus bas qu'aujourd'hui.

L'accès à l'information relative à l'alimentation et à la façon d'élever les enfants

La source d'information la plus courante semble être la clinique ou l'hôpital. Les aînés constituent une autre source importante, notamment les femmes pour ce qui est des questions financières. Tous les groupes, sauf celui des jeunes mères qui travaillent, ont mentionné les économistes ménagères.

D'autres sources sont les voisins et les guérisseurs traditionnels. Seuls les pères ont mentionné la radio comme source d'information. Fait intéressant, tous les groupes, sauf les mères qui travaillent et les grand-mères, ont admis qu'ils écoutent la radio. D'après certains participants, bien qu'ils considèrent comme fiables les messages provenant de la clinique et de la radio, certains conseils qu'on y donne ne sont pas pratiques, par exemple, faire bouillir l'eau potable.

Si la plupart des participantes connaissaient l'existence d'organisations comme les groupes de femmes, la Croix-Rouge, Sebenta, dans leurs régions, seules les grand-mères ont déclaré en être membres. La plupart des pères ont dit qu'ils étaient membres des organismes existant dans leurs régions. Lorsqu'on a demandé aux parents s'ils emmènent leurs enfants aux cliniques, toutes les mères, sauf celles qui travaillent, ont répondu qu'elles emmènent leurs enfants pour les faire peser et les faire vacciner. Toutefois, la plupart ont avoué qu'elles ne pouvaient pas interpréter la fiche de santé. Les quelques mères qui ont prétendu qu'elles pouvaient le faire étaient capables de lire seulement les dates du prochain vaccin. Les pères ont répondu que s'ils n'emmènent pas leurs enfants aux cliniques, ils encouragent leurs femmes à le faire.

Les données recueillies lors de ces séances donnent une idée générale de la façon de penser des participants. Les données plus détaillées, qui ne figurent pas dans ce document, exposent les constatations se rapportant précisément à des régions ou des groupes particuliers. Ces données plus détaillées contenant des propos choisis seront utilisées dans le projet destiné à faire naître des idées et des hypothèses, lesquelles pourront être mises au point, tout d'abord pendant l'étude en profondeur effectuée dans les familles, et plus tard, lors de la programmation des activités.

Une méthode visant à améliorer les pratiques de sevrage au Mozambique

Aaron Lechtig et Anupam Srivastava

Fonds des Nations Unies pour l'enfance
Maputo, Mozambique

Résumé *Comme dans la plupart des pays du Tiers-Monde, au Mozambique, les enfants en âge de sevrage présentent des niveaux accrus de malnutrition. «L'âge du sevrage», selon la définition donnée dans le présent document, commence avec l'administration d'une supplémentation alimentaire au lait maternel; cette période est censée finir avec l'arrêt de l'alimentation au sein, lorsque l'enfant est entièrement alimenté comme le reste de la famille. Les données disponibles indiquent qu'en général, la malnutrition chronique survient pendant la vie intra-utérine et pendant la première partie de la période de sevrage (de trois à 12 mois). Les coûts de la malnutrition sont lourds pour ce pays, non seulement en raison de la mortalité, mais aussi en raison des dépenses accrues en soins de santé et en éducation; d'autres effets sont la perte de productivité, la lenteur du développement psycho-social et une marginalisation sociale accrue. Le coût des stratégies nationales employées pour contrôler l'incidence élevée du faible poids à la naissance et de la malnutrition en période de sevrage est notablement inférieur au coût social de la malnutrition. Ce document tente de proposer une stratégie de base en matière de produits de sevrage, qui pourrait être appliquée au Mozambique.*

Le Mozambique possède une population estimée à 14,5 millions d'habitants dont l'agriculture est la principale ressource. Le Tableau 1 présente une analyse des caractéristiques de la population au niveau national. Le Mozambique a souffert d'une longue période de sous-développement. Les niveaux d'investissement ont été bas, autant sur le plan économique que sur celui des ressources humaines; la dépendance envers les marchés extérieurs au pays a été grande, notamment envers le Portugal et l'Afrique du Sud; et le marché du travail a souffert d'une importante dislocation, qui s'est manifestée en partie sous la forme d'une migration vers les secteurs agricoles et miniers de l'Afrique du Sud et d'un travail forcé sur les plantations et les projets de construction. Le nombre total de Mozambicains travaillant à l'étranger a souvent atteint le demi-million. Le Mozambique a, de ce fait, développé une économie de services pour les puissances coloniales, fournissant de la main-d'oeuvre à bon marché et des routes à coût peu élevé vers la mer.

La manière dont l'indépendance s'est produite — à la suite d'une guerre de libération prolongée — a encore plus contribué à affaiblir la reconstruction

Tableau 1. Le profil national du Mozambique, 1987.

Population	14 516 000
Déplacés	1 569 000
Touchés par la guerre et la sécheresse	2 973 000
Déplacés et touchés	4 542 000
Population urbaine à ravitailler	1 958 000
Population totale à ravitailler	6 500 000
Taux de mortalité infantile	200 par millier
PNB per capita	97,5 USD
Malnutrition infantile	57 %
Faible poids de naissance	20 %
Croissance de la population	2,6 % par an
Alphabétisation des adultes	27,8 %
Ravitaillement alimentaire nécessaire	930 000 t
Vivres dont l'arrivée est prévue	457 000 t

Source : UNICEF, 1987a

sociale. Un exode massif des peuples colonisateurs a privé le nouvel État d'une grande partie de ses compétences commerciales, administratives et techniques. L'Afrique du Sud a réduit son utilisation des installations portuaires du Mozambique ainsi que son recrutement de mineurs, privant ainsi le pays de deux principales sources d'échanges étrangers. Les calamités naturelles, notamment la sécheresse, sont venues aggraver le fardeau de ce pays. Finalement, les effets du banditisme (sévissant dans l'anarchie) sont devenus de plus en plus graves dans les années 80.

Le Mozambique fait face à sa sixième année consécutive de croissance économique négative, due à la déstabilisation, aux catastrophes naturelles et à la récession économique. En 1987, le Programme de redressement économique et le Programme d'urgence nationale ont été lancés. Malgré ces programmes, les familles mozambicaines restent extrêmement vulnérables aux disettes et à la pénurie des produits de base ; elles connaissent aussi un manque de revenus et de services sociaux. Ce qui est le plus horrifiant, ce sont les menaces de mort, de rapt, de viol, de mutilation et de déplacement dues au banditisme qui touche toutes les provinces. Depuis 1987, ce banditisme s'attaque de plus en plus à la population civile ; en juillet-août 1987, des massacres barbares ont eu lieu dans le sud du pays, dont les premiers, à Homoine, ont entraîné la mort de plus de 400 personnes, en grande partie des femmes et des enfants (UNICEF 1987b).

La législation relative aux mères et aux enfants

Pendant la période de 1975 à 1980, une série de lois a été déposée visant à protéger les femmes et les jeunes enfants. Le congé de maternité de deux mois et le droit de disposer de temps libre au travail pour allaiter les jeunes enfants ont été accordés. Une partie d'une nouvelle loi sur les familles vise à

protéger les femmes dans les cas de divorce et de désertion et en ce qui concerne la garde des enfants. Ces lois ont entraîné un changement radical par rapport aux lois anciennement fondées sur les coutumes tribales et le droit portugais: on s'attend, par exemple, à ce que les tribunaux décident de la garde des enfants en se fondant sur le meilleur intérêt de l'enfant plutôt que sur les traditionnels «droits de propriété».

Selon l'Organisation des femmes du Mozambique (OMM), cependant, certaines traditions tribales pouvant avoir des effets positifs continuent d'exister. L'OMM considère que les soit-disant «rites d'initiation» peuvent aussi aider à enseigner l'hygiène sexuelle. Pareillement, elle indique que le «lobolo» n'est pas seulement l'achat d'une future mariée, mais un accord passé entre deux familles, qui peut conférer une meilleure assise au nouveau mariage. Selon cette organisation, la polygamie peut aider à réduire la charge de travail des femmes; dans les régions où, par exemple, la source d'eau se trouve à plusieurs heures de marche, partager la tâche d'approvisionnement en eau peut réduire d'une heure ou deux la durée du travail quotidien.

Le système de santé

Le Mozambique occupe la première place internationale dans le domaine des soins de santé, distançant souvent de nombreux pays du Tiers-Monde et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Il y déjà quelque temps, le service des soins de santé fut nationalisé et socialisé; en dépit de la guerre, de la sécheresse et des pressions économiques, la prestation des services de santé s'est étendue, notamment dans les campagnes, donnant à des millions de gens l'accès à des soins de santé au moins rudimentaires. La priorité accordée aux soins de santé primaires est devenue une politique nationale en 1977, un an avant la réunion de l'OMS et du Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) à Alma Ata.

Cependant, en raison du banditisme armé, la prestation de ces services de santé a été grandement réduite. De 1982 à 1986, 484 centres de soins — environ un tiers de ceux qui sont disponibles — ont été détruits. Environ deux millions de personnes qui bénéficiaient de ces services en 1981 n'en bénéficient plus aujourd'hui.

La production vivrière et la disponibilité

Le rapport de juin 1987 de la Division de la sécurité alimentaire du ministère du Commerce a décrit une situation alarmante (voir Tableau 1). Ce rapport était fondé sur une estimation de 1,6 million de personnes déplacées et d'un autre 3 millions de personnes touchées par la disette dans les seules régions rurales. En tenant compte du fait que les régions urbaines doivent également être ravitaillées, ce rapport indiqua à titre d'estimation prévue, un besoin d'importer 930000 tonnes de céréales de base pour la période de mai

1987 à avril 1988; il a été jugé que ce niveau d'importation ravitaillerait 6,5 millions de personnes. Un an plus tôt, en juillet 1986, les besoins d'importation du pays s'élevaient à 580000 tonnes pour ravitailler 4,9 millions de gens.

L'estimation de la production céréalière calculée par le ministère de l'Agriculture des États-Unis n'était que de 493000 tonnes en 1987, par comparaison avec 605000 tonnes en 1982, lorsque le cycle de la sécheresse et de la déstabilisation a commencé. Cependant, les chiffres officiels sont tombés encore plus radicalement, de 132000 tonnes en 1982 à environ 40000 tonnes en 1986, avec une légère amélioration prévue pour 1987.

En résumé, 45% de la population dépendent d'un ravitaillement vivrier totalisant 930000 tonnes. En 1987, on prévoit l'arrivée d'une aide alimentaire de 457000 tonnes, laissant 51% des besoins estimés non satisfaits. De plus, il a été assumé que les 55% de la population non inclus dans ces systèmes de ravitaillement subvenaient à leurs propres besoins nutritifs de base; cette supposition a été jugée discutable (UNICEF 1987c). Les principales denrées fournies par l'intermédiaire du Nouveau réseau d'aide alimentaire (Nova Rede de Abastecimento) sont le maïs, l'huile, le sucre et le sel; de temps en temps, du lait écrémé en poudre est également disponible. Dans de nombreuses régions du pays, la quantité limitée de produits alimentaires locaux se réduit encore au maïs, au sorgho, au manioc et aux légumes à feuilles vertes. D'autres aliments sont ajoutés en petites quantités à ces produits de base; dans la province d'Inhambane, les arachides et les haricots sont disponibles en petites quantités; dans la province de Zambézie, des noix de coco et un peu de riz; à Manica, des quantités limitées de sucre de canne et de haricots. Les petits poissons sont disponibles dans les régions proches des rivières et de la côte de l'Océan indien; il n'existe pas d'autres sources de protéines d'origine animale dans la plupart des régions du pays.

Les tendances historiques du pays indiquent que le sorgho, les haricots, le riz (principaux produits de base il y a 30 ans) ont été progressivement remplacés par le maïs. Aujourd'hui, dans de nombreuses régions, le maïs est en train d'être remplacé par le manioc, lorsqu'il est disponible. Ce qui signifie que non seulement l'apport énergétique total diminue mais également que l'apport protéique est en train d'être réduit à des niveaux dangereux, notamment pour les populations touchées par la guerre et la sécheresse.

La prédominance de la malnutrition

Au Mozambique, certains rapports font état de la grande incidence du kwashiorkor et de l'athrepsie, notamment dans les populations déplacées. Les données de plusieurs enquêtes indiquent également que l'incidence de la malnutrition aiguë et chronique a augmenté pendant 1987. Les estimations disponibles indiquent que l'incidence de la malnutrition est de 57%, ce qui signifie qu'environ 1,4 million d'enfants de moins de cinq ans sont actuellement sous-alimentés (UNICEF 1987b).

La Figure 1 (JNSP 1987) présente des données sur l'incidence du retard de croissance chez les enfants de zéro à cinq mois et de six à 11 mois; ces niveaux sont comparés avec les niveaux observés pour l'ensemble des enfants de zéro à 59 mois. Dans cette analyse, le fléchissement de la croissance est défini comme un gain de croissance inférieur de 50 % à la croissance régulière type (Centre national de statistique, NCHS) au cours d'une période donnée, généralement d'un mois. Deux faits deviennent clairs à partir de ces chiffres: le premier, c'est qu'en raison de la prédominance de l'allaitement maternel exclusif dans le groupe des zéro à cinq mois, dans ce groupe, l'incidence du fléchissement de la croissance est bien inférieure à celle de l'ensemble; le second, c'est que le fléchissement de la croissance est considérablement supérieur dans le groupe des six à 11 mois, probablement en raison d'une consommation alimentaire insuffisante et d'une plus grande fréquence des infections courantes.

D'autres données indiquent clairement que la prédominance du fléchissement de la croissance augmente régulièrement chez les enfants de trois à 12 mois. L'âge du sevrage, tel qu'il est défini ici, commence avec l'administration d'une supplémentation alimentaire au lait maternel et se termine avec la cessation de l'alimentation au sein, lorsque l'enfant suit

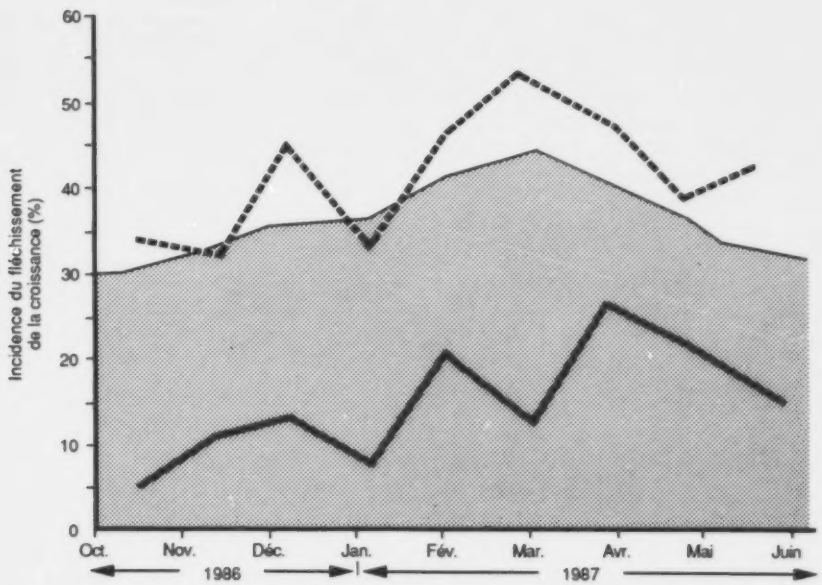

Fig. 1. Incidence du fléchissement de la croissance au Mozambique, zones vertes de Maputo (pauvres, périurbaines) chez les enfants de zéro à cinq mois (ligne unie) et chez les enfants de six à 11 mois (ligne pointillée). La zone ombragée représente le niveau du fléchissement de la croissance pour l'ensemble des enfants de zéro à 59 mois.

entièrement le même régime alimentaire que le reste de la famille; au Mozambique, comme dans de nombreux autres pays pauvres, le nombre des cas de malnutrition s'élève notablement pendant cette période.

L'allaitement au sein

Le Mozambique a été l'un des premiers pays à bannir l'importation des succédanés du lait maternel et des biberons fabriqués par les sociétés multinationales et à distribuer un lait de marque nationale dont l'étiquette soulignait la supériorité du lait maternel.

Les Tableaux 2 et 3 présentent les données disponibles sur l'allaitement maternel. Deux conclusions peuvent être tirées de ces données: d'abord, l'incidence de l'allaitement maternel en soi est très élevée; deuxièmement, comme on s'y attendait, la prédominance de l'allaitement maternel exclusif n'est pas aussi grande. Ces chiffres indiquent que dès qu'ils ont six mois, 80% des enfants reçoivent une grande quantité d'aliments pour supplémenter le lait maternel, et qu'à 30 mois, 98% des enfants ont terminé leur période de sevrage et partagent les repas familiaux. Dans ces populations, on peut dire que la période de sevrage dure de trois à 30 mois. Une proportion assez considérable de la population (70%) introduit les aliments de sevrage dans l'intervalle de la période critique pour une telle alimentation, c.-à-d. de trois à six mois.

Tableau 2. Enquêtes sur l'incidence de l'allaitement maternel selon l'âge au Mozambique.

Âge (mois)	National 1984-1985 (1219) (%)	Beira 1985 (242) (%)	Changara 1985 (68) (%)	Quelimane 1985 (200) (%)	Inhamisa 1987 (250) (%)	Moyenne (4 enquêtes) (1985-1987) (%)
0	95,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3	–	97,0	99,0	98,0	100,0	98,5
6	93,2	95,0	97,0	94,0	100,0	96,0
9	–	93,0	96,0	86,0	99,0	94,5
12	75,7	92,0	94,0	82,0	98,0	93,0
18	52,3	71,0	74,0	42,0	79,0	72,5
24	–	48,0	38,0	16,0	45,0	41,5
30	–	2,0	6,0	0,0	2,0	2,0

Remarque: Les pourcentages ont été estimés à partir de la cumulation des taux de continuité par enfant allaité à la naissance. Les chiffres entre parenthèses représentent la taille des échantillonnages.

Tableau 3. Incidence de l'allaitement exclusif selon l'âge au Mozambique, 1985-1987.

Âge (mois)	Beira 1985 (242) (%)	Changara 1985 (68) (%)	Inhamissa 1987 (250) (%)	Moyenne (%)
0	100	100	100	100
3	90	49	100	90
6	20	14	76	20
9	4	3	36	4
12	3	2	16	3
18	2	1	4	2
24	1	0	1	1

Remarque : Les chiffres entre parenthèses représentent la taille des échantillonnages.
Source : UNICEF (1987c).

Tableau 4. Composition des repas pendant le sevrage au Mozambique, enquête sur les zones vertes de Beira, mai 1985 (pauvres, périurbaines).

Produit[a]	Présent	Absent	Total
Huile	26 (18,1)	118 (81,9)	144
Sucre	95 (58,3)	68 (41,7)	163
Haricots	28 (19,2)	118 (80,8)	146
Fruits	12 (8,6)	128 (91,4)	140
Légumes à feuilles vertes	46 (30,3)	106 (69,7)	152

Remarque : Les chiffres entre parenthèses représentent les pourcentages du total.
Source : UNICEF (1987c)
[a] Le maïs était présent dans tous les repas.

Les pratiques de sevrage

Les pratiques de sevrage varient considérablement des milieux urbains et périurbains aux régions rurales. Dans les régions rurales et périurbaines, les femmes participent activement aux travaux agricoles. Il n'est pas inhabituel qu'elles soient surchargées et de travail dans les champs et de tâches ménagères. Les nourrissons sont habituellement sevrés au moyen de diverses bouillies de farine de maïs non fermenté ou fermenté, très insipides (appelées en portugais « papa » ou « paninha »). L'estimation de sa composition nutritive indique une faible valeur énergétique et protéique (397 kcal et 6,7 g de protéines par 100 g). Les conditions dans lesquelles elles sont préparées les prédisposent également à la contamination.

Selon les données de base de l'UNICEF (1987c), 55 % des enfants sevrés prennent un ou deux repas par jour ; 38 % en prennent trois ; et seulement 7 %

prennent quatre à six repas par jour — la fréquence quotidienne de repas recommandée pour ce groupe d'âge. Le Tableau 4 montre que le maïs est utilisé dans la majorité des repas et le sucre dans plus de la moitié; l'huile, les fruits et les haricots apparaissent dans moins d'un cinquième des repas étudiés. Ce tableau, avec de légères variantes, semble être le régime diététique courant des enfants en période de sevrage dans l'ensemble du Mozambique, autant chez les populations défavorisées des milieux périurbains que des milieux ruraux.

De larges segments des populations périurbaines et rurales ne prennent qu'un ou deux repas par jour. À ces occasions, tout le monde partage la potée familiale, qui contient habituellement de la farine de maïs, de l'eau et un peu de sucre. Les adultes en consomment la plus large portion. L'enfant en période de sevrage en consomme une petite quantité; pendant le jour, il sera également alimenté au sein à la demande.

L'usage de produits fermentés

Le Tableau 5 présente les types de produits fermentés couramment utilisés, par province. Le maïs et le sorgho sont ceux que l'on trouve le plus couramment au Mozambique. Il n'existe aucune information sur le nombre de personnes qui en font usage ni sur la quantité qui en est consommée. Il est estimé, qu'en moyenne, les produits fermentés représentent du tiers à la moitié de l'apport énergétique quotidien des enfants, le reste étant fourni par le lait maternel. Toutefois, en raison de la faible fréquence des repas, l'apport protéique et énergétique total est estimé représenter seulement 70 à 90 % de l'apport recommandé. Dans les populations urbaines et dans les populations rurales déplacées par la guerre, on peut observer une tendance à la baisse de la consommation de produits fermentés.

Les données du Tableau 6 indiquent que sur un échantillonnage de 64 mères interrogées dans la ville de Maputo, un tiers préparait des aliments fermentés tous les jours et un tiers seulement de temps en temps. Il est intéressant de noter qu'un sixième de l'échantillonnage n'avait jamais préparé ce genre d'aliments, tandis qu'un autre sixième avait interrompu cette pratique. Les mères qui n'avaient jamais préparé d'aliments fermentés ne savaient pas comment le faire ou donnaient d'autres aliments à leurs enfants. Les mères qui avaient arrêté cette pratique l'avaient fait en raison de « l'influence de la ville » et de la pénurie de maïs.

Les discussions de groupe conduites avec les membres de l'OMM ont révélé que les produits fermentés étaient moins populaires auprès de la nouvelle génération de femmes mozambicaines. Il a été indiqué que parce que ces femmes devaient travailler à l'extérieur du foyer pour supplémenter le revenu familial, elles avaient simplement moins de temps pour faire la cuisine.

Dans l'échantillonnage de Maputo, deux raisons ont été données pour expliquer l'usage continu des produits fermentés: d'abord, les femmes avaient

Tableau 5. Produits de sevrage fermentés au Mozambique, par province et par groupe ethnique.

Province	Principale ethnie	Aliment fermenté	Nom traditionnel
Niassa	Yao – Makua – Lomwe	Sorgho	Uputu
		Maïs	Mahewu, Uputu, Shima, Shicucumuca, Massa
Cabo Delgado	Makua – Lomwe – Maconde	Sorgho	Uputu
		Maïs	Mahewu, Uputu, Shima, Shicucumuca, Massa
		Millet	Shima, Massa, Mahewu, Uputu, Shicucumuca
Manica	Makua – Lomwe	Sorgho	Uputu
		Lait	Masse
Zambezia	Makua – Lomwe	Sorgho	Uputu
		Maïs	Mahewu, Uputu, Shima, Shicucumuca, Massa
		Riz	ND
Tete	Maravi – Xona – Karanga	Maïs	Mahewu, Uputu, Shima, Shicucumuca, Massa
		Sorgho	Uputu
		Millet	Shima, Massa, Mahewu, Uputu, Shicucumuca
Sofala	Xona – Karanga	Sorgho	Uputu
		Maïs	Uswa, Uputu
		Riz	ND
		Millet	Uputu, Uswa
Manica	Xona – Karanga	Maïs	Uswa, Uputu
		Sorgho	Uputu
		Millet	Uputu, Uswa
Inhambane	Tsonga – Chopi	Maïs	Uswa, Mahewu, Shicucumuca, Uputu
		Sorgho	Uputu
		Millet	Mahewu, Uputu, Uswa, Shicucumuca
		Lait	Masse
Gaza	Tsonga	Maïs	Uswa, Mahewu, Shicucumuca, Uputu
		Sorgho	Uputu
		Millet	Mahewu, Uputu, Uswa, Shicucumuca
		Riz	ND
		Lait	Masse
Maputo	Tsonga – Nguni	Maïs	Uswa, Mahewu, Uputu, Shicucumuca
		Riz	ND

Remarque : La bouillie fermentée ou non fermentée est appelée « Nklathu ». À Niassa, « Ugadi » est le nom donné à toute bouillie fermentée ou non fermentée faite de maïs, de sorgho ou de millet. ND = Non disponible.

appris cette pratique de leurs mères, leurs grand-mères ou leurs voisines; deuxièmement, cette pratique était recommandée par l'hôpital où elles allaient régulièrement. (il convient de noter ici que le cuisinier de l'hôpital utilise des produits fermentés; il a appris les techniques traditionnelles chez lui). Il s'agit du Jose Macamo Hospital de la ville de Maputo. En général, les mères ont dit que les produits fermentés « stimulaient l'appétit », « prévenaient ou allégeaient les symptômes diarrhéiques » et « rendaient les enfants plus vigoureux ».

Le Tableau 6 indique aussi que la plupart des mères qui utilisaient des produits fermentés les préparaient avec du maïs — soit le grain, soit la farine. Seulement 5% de cet échantillonnage ont rapporté qu'elles utilisaient d'autres céréales que le maïs.

Le Tableau 7 présente les résultats des analyses chimiques et microbiologiques exécutées sur un échantillon de bouillies fermentées. Lorsqu'une bouillie est fermentée, le pourcentage des sucres « réducteurs » augmente de 18,3 à 45,5% et la proportion de fécule diminue de 70,8 à 43,3%. Ces changements indiquent que dans le maïs fermenté, environ 40% de la fécule sont transformés en molécules plus petites sans perte décelable de la teneur calorique ou protéique. Ces changements pourraient également expliquer la viscosité réduite des bouillies fermentées.

Les données du Tableau 7 montrent également qu'en dépit d'un entreposage d'au moins 24 heures à la température ambiante, la contamination par l'*E. Coli* n'a pas été décelable dans les bouillies fermentées. Cela peut expliquer en partie les déclarations répétées des mères de la ville de Maputo et des provinces indiquant que la bouillie fermentée aidait à prévenir la diarrhée et à diminuer les symptômes diarrhéiques.

Tableau 6. Habitude de préparer des aliments de sevrage fermentés, ville de Maputo, 1987.

	Nombre de cas	%
Produit fermenté préparé		
Tous les jours	22	34,4
De temps en temps	23	35,9
Jamais (pratique interrompue)	9	14,1
Jamais (n'en a jamais préparé)	10	15,6
Total	64	100,0
Type de produit de maïs utilisé		
Grain	35	34,3
Farine	33	32,4
Grain et farine	29	28,4
Autres céréales	5	4,9
Total	102	100,0

Source: École de biologie, Université Eduardo Mondlane, Maputo, Mozambique.

Tableau 7. Analyse des bouillies fermentées et non fermentées faites avec du maïs.

	Fermentées (%)	Non fermentées (%)
Analyse chimique		
Humidité	83,7	88,0
Protéines	7,0	6,7
Graisses	2,4	2,5
Fibres	1,6	1,6
Fécule	43,3	70,8
Sucres réducteurs	45,5	18,3
Cendres	0,3	0,4
Énergie (kcal)	398,9	397,1
Analyse microbiologique		
Contamination par la bactérie mésophile (> 1 million/g)	54,5	25,0
Bactérie coliforme (> 100/g)	9,1	16,6
Levure (> 10 000/g)	10,0	33,3
E. Coli (> 10/g)	0	0

Source : École de biologie, Université Eduardo Mondlane, Maputo, Mozambique.

Les produits de sevrage traditionnels

Le maïs et le millet

Certaines recettes à base de millet et de maïs sont appelées « massa » (un nom général donné à la bouillie, qu'elle soit fermentée ou non), « uswa » (dans le sud du Mozambique et les provinces du centre), et « shima » ou « massa » (dans le nord). Pour préparer du maïs fermenté, le grain est broyé, nettoyé et lavé ; il est placé ensuite dans un pot en terre. On ajoute de l'eau tiède et on laisse reposer le mélange pendant 24 heures environ. Certaines femmes vident l'excès d'eau, sèchent le maïs et le pilent de nouveau pour produire le « mili mili ». On le place dans un séparateur qui sépare les gros grains des petits avant la cuisson. Le « mili mili » qui est préparé en usine est placé dans une marmite remplie d'eau chaude où on le laisse fermenter pendant 24 heures, après quoi on le fait cuire. Pour éviter que la bouillie ne soit trop acide, on ne la laisse pas fermenter plus de 48 heures.

Le sorgho et le manioc

Le sorgho est cultivé dans le nord du pays, où il est populaire sous forme de produit fermenté. Toutefois, dans la plupart des régions du Mozambique, il n'est pas traditionnellement utilisé comme aliment de sevrage. Les noms de recette du manioc sont « shima » (dans le nord du Mozambique), « rali »,

« maginha », « ghinha », et « mubabane » (dans le sud), et « karakata » (à Nampula). La plupart des familles du Mozambique ne consomment pas de manioc fermenté. Pour préparer le manioc, on gratte la racine et on la fait cuire dans de l'eau, coupée en tranches de taille moyenne que l'on place au soleil pour les faire sécher (mais pas trop longtemps pour qu'elles ne pourrissent pas). Ce manioc séché est ensuite broyé et cuit jusqu'à obtention d'une bouillie. Étant donné que la pluie pourrait gêner le processus de séchage, cette préparation se fait habituellement pendant l'été.

Le lait, le riz et la patate douce

Le nom de recettes des produits laitiers est « masse ». Pour les préparer, on laisse reposer le lait dans un pot en terre pendant 24 à 48 heures. On enlève ensuite le petit lait et le « lait » épais restant (c.-à-d., le caillé) est utilisé comme aliment de sevrage. Le lait de chèvre est employé à cette fin; lorsque le lait de vache est disponible, il est utilisé comme aliment de sevrage, mais n'est pas fermenté. Le riz n'est généralement pas fermenté; dans les cas où il l'est, le mode de préparation est semblable à celui du maïs ou du millet. La patate douce n'est pas fermentée en tant que telle, mais on l'utilise pour aider la fermentation d'autres produits.

Les bouillies traditionnelles

Le « mahewu »

Pour préparer le « mahewu », on fait cuire de la farine de maïs dans de l'eau pendant une heure et demie à deux heures et on la laisse refroidir. On ajoute ensuite un peu de farine de blé, de pomme de terre, de sucre ou de patate douce. On laisse ce mélange incuber pendant un certain temps pour obtenir le « mahewu », une boisson très populaire dans le sud et introduite récemment dans le nord.

Le « shicucumuca »

Le maïs ou le millet frais est lavé et moulu en fine farine. Cette farine est cuite dans de l'eau et mise à refroidir pour faire une bouillie claire à laquelle on ajoute plus tard de la farine de blé, de la pomme de terre, de la patate douce ou du sucre et qu'on laisse incuber à température ambiante. Bien que ce mode de préparation soit semblable à celui employé pour faire le « mahewu », le « shicucumuca » est plus épais et on le mange plutôt qu'on ne le boit.

Le « shinkwa »

Le maïs frais est lavé et moulu en fine farine. On ajoute du sucre, le cas échéant, ainsi qu'un peu d'eau pour faire une pâte. Avec cette pâte, on forme des boulettes que l'on enroule de feuilles de maïs et que l'on fait cuire dans

une casserole d'eau bouillante pendant une à une heure et demie. Lorsqu'on ne dispose pas de feuilles, on peut utiliser des sacs de jute.

L'« uputu »

Il s'agit d'une boisson alcoolisée, à base de maïs, de millet ou de sorgho. Le grain est mis à tremper dans de l'eau pendant 24 heures, après quoi on l'enlève du récipient et on l'égoutte. On le place ensuite dans une boîte ou un contenant de bois recouvert d'un tissu. Lorsqu'il commence à germer, on le divise en deux parties égales. Dans l'une, on ajoute de la farine de maïs, du riz et de l'eau chaude; on laisse reposer ce mélange pendant 24 heures, après quoi on le pile dans la même eau, on le fait bouillir et le laisse refroidir pour faire une bouillie claire. La deuxième partie est réduite en farine que l'on mélange dans la bouillie; on laisse incuber puis refroidir ce mélange. Le liquide qui fait surface est appelé « uputu ».

La production industrielle des aliments pour nourrissons

En 1983, 900 tonnes de produits pour nourrissons appelés « farine lactée » ont été importés au coût de 120 MZM/kg (en mars 1988, 202 méticais mozambicains (MZM) = 1 dollar américain (USD). Afin de réduire les importations, le gouvernement du Mozambique étudie actuellement un projet de production industrielle des produits alimentaires pour nourrissons (Secrétariat d'État à la sécurité alimentaire 1987). Son principal objectif est de fournir un aliment pour nourrissons peu coûteux qui couvrirait environ le tiers des besoins alimentaires quotidiens recommandés, en supposant qu'un autre tiers sera couvert par le régime habituel à la maison et le dernier tiers par le lait maternel. L'objectif originel était une production annuelle de 2 000 tonnes d'aliments pour nourrissons, à l'échelle nationale; en raison des problèmes de ravitaillement, de transport et de l'infrastructure de la production, cet objectif a fini par être abandonné.

Un projet est maintenant en cours de développement dans la province de Gaza, près des zones de production céréalière. Ce projet, semblable aux modèles du Bénin et du Sierra Leone, permettrait de faire l'essai d'autres produits et fournirait une expérience précieuse dans ce domaine. Toutefois, certains problèmes pourraient apparaître: la production vivrière s'élèverait à environ 30 tonnes par an, à partir de 1988; ce qui assisterait seulement 1 200 enfants sur les 63 580 en période de sevrage dans la province et ne réduirait donc pas sensiblement la malnutrition dans la région; en outre, ce projet introduirait un nouveau mode d'alimentation, relativement coûteux, et stimulerait une demande à laquelle le gouvernement aurait du mal à répondre. Une solution à ce problème pourrait être fournie en limitant l'utilisation de ces produits aux enfants sous-alimentés et aux enfants présentant de gros risques (c.-à-d. ceux qui présentent un fléchissement de la croissance); cette possibilité est actuellement à l'étude.

Les données du Tableau 8 révèlent que le coût des aliments pour nourrissons serait d'environ 0,93 USD par paquet de 500 g, ou, en supposant une consommation mensuelle de 2 kg par enfant, 3,72 USD par enfant et par mois. Au Mozambique, cela représente 19,89 % du salaire régulier minimum; de plus, ces données montrent également que 2 kg de grains de maïs coûtent 0,13 USD ou 0,72 % du salaire minimum. Par conséquent, nous voyons que les aliments pour nourrissons coûtent environ 28 fois plus cher que les grains de maïs.

Toutefois, il existe un certain nombre d'avantages potentiels. Une fois que la production aura atteint les 1 000 tonnes par an, il pourrait être possible d'éviter d'importer des aliments pour nourrissons, par l'acquisition d'expérience dans le conditionnement industriel de nouveaux produits alimentaires, notamment le soja, l'octroi d'encouragements à la production de soja et le développement de modèles de production autonome pour utilisation à moyen terme, lorsque le pays sera en mesure d'organiser la production et la distribution d'aliments pour nourrissons sur une grande échelle.

Il reste toutefois à savoir pourquoi des produits de sevrage plus adéquats ne sont pas utilisés au Mozambique. Bien que les raisons varient d'une province à l'autre, les réponses révèlent certains dénominateurs communs:

- Les bandits armés se sont emparés de tous les biens comestibles de certaines populations déplacées par la guerre, les rendant totalement dépendantes des secours d'urgence.

Tableau 8. Production industrielle d'aliments pour nourrissons: types et coûts.

	Type A[a]	Type B[b]
Composition		
Maïs (%)	60	60
Sucre (%)	15	15
Soja (%)	25	–
Haricots (%)	–	10
Arachides (%)	–	15
Énergie (kcal/100 g)[c]	387	389
Protéines (g/100 g)[c]	11,2	11,6
Coût estimé (MZM)[d]		
Paquet de 500 g	372,9	–
2 kg par bébé par mois	1491,60	54,00
% d'un salaire minimum	19,89	0,72

Source: Secrétariat d'État à la sécurité alimentaire (1987).

[a] Le type A désigne les aliments pour nourrissons produits industriellement.

[b] Le type B désigne les aliments pour nourrissons fabriqués à la maison en utilisant du maïs fermenté préparé à partir du grain.

[c] Les valeurs calorique et protéique estimées par 100 g de maïs sont 350 kcal et 9 g, respectivement.

[d] En mars 1988, 202 méticais mozambicains (MZM) = 1 dollar américain (USD).

- Les sources de protéines d'origine animale ne sont pas disponibles ou coûtent trop cher. L'inflation a rendu de plus en plus difficile de garantir la quantité minimum de produits alimentaires nécessaires pour une famille.
- La guerre a entraîné de continuels déplacements de la population; de nombreuses personnes déplacées, à la recherche de sécurité, ont émigré dans les capitales provinciales et ont oublié les anciennes traditions de sevrage qui privilégiaient l'usage du sorgho et du maïs fermenté.
- Les mères n'ont ni le temps, ni le combustible, ni les vivres nécessaires pour préparer un régime spécial à l'enfant à l'âge du sevrage.
- Les aliments pour nourrissons fabriqués commercialement ne sont pas disponibles. Dans les rares cas où ils le sont, ils coûtent trop cher pour de nombreuses familles.
- Certaines mères ne savent pas comment préparer des aliments de sevrage adéquats ou comment éviter la contamination lorsqu'elles en préparent.

La stratégie proposée

Les suggestions suivantes pourraient servir de démarche possible pour réduire la malnutrition des enfants en période de sevrage au Mozambique: création de stimulants pour la préparation de produits de sevrage faits à la maison; usage des produits et pratiques de sevrage traditionnels; réduction de la charge de travail de la mère; optimisation de l'usage des quelques produits locaux (maïs, sorgho, manioc et légumes à feuilles vertes); et minimisation des coûts supplémentaires pour la famille.

La guerre a eu un effet déstabilisant sur le rendement des usines et sur les réseaux de transport et de communication; par conséquent, il n'existe pas au Mozambique d'industrie de fabrication de produits alimentaires en tant que telle. Cela rend la production, la distribution et la commercialisation nationales ou provinciales extrêmement difficiles. Les produits alimentaires fabriqués industriellement coûtent plus cher que ceux qui sont produits au niveau local; si la population devait dépendre d'une industrie de produits de transformation alimentaire centralisée, alors il faudrait que le gouvernement accorde des subventions à tous ceux qui ne peuvent acheter des produits au prix du marché. Une telle solution est impraticable étant donné les contraintes financières actuelles du gouvernement du Mozambique.

D'autre part, les aliments préparés au niveau du village exigeraient la mise en place d'une infrastructure (généralement une installation de soins de santé), d'un personnel formé au niveau du village et d'une production régulière pour compléter les denrées locales. Dans les circonstances actuelles, il serait difficile de répondre à ces exigences dans la plupart des régions du pays. Des projets semblables entrepris dans d'autres pays en développement n'ont pas donné de succès soutenus. Par conséquent, la seule alternative qui reste consiste à se concentrer sur les aliments de sevrage traditionnels, préparés à la maison.

Les avantages à tirer de l'usage d'aliments de sevrage fermentés préparés à la maison seraient les suivants:

- Pour de nombreuses populations rurales du Mozambique, le sorgho et le maïs fermentés ont été traditionnellement les principaux aliments de sevrage; ces grains fermentés sont également consommés sous forme de céréales au petit déjeuner par une grande proportion d'adultes.

- En ce qui concerne la population rurale, la consommation de produits fermentés est particulièrement importante dans les plus basses couches socio-économiques — dans les familles qui présentent la plus grande incidence de malnutrition.

- Au Mozambique, les aliments fermentés préparés à la maison coûtent de 20 à 30 fois moins cher et sont plus largement disponibles que tout autre produit alimentaire de transformation ou tout autre aliment pour nourrissons vendu dans le commerce.

- Les bouillies à base de produits fermentés ont une meilleure saveur et elles ont une plus grande valeur énergétique et protéique que les bouillies à base de produits non fermentés.

- Par comparaison avec des produits semblables non fermentés, les produits fermentés semblent avoir une meilleure biodisponibilité nutritive.

- Les produits fermentés peuvent être entreposés en toute sécurité dans les conditions ménagères habituelles; ce qui permet de réduire le volume de travail de la mère.

- Les produits fermentés peuvent contribuer à prévenir la diarrhée.

Cette stratégie devrait viser principalement à la «domestication» de la pratique de sevrage adéquate. Il ne faudrait pas oublier qu'une société socialiste peut employer d'autres approches que celles du «marketing social», utilisée pour stimuler la demande dans les pays capitalistes. Une démarche orientée vers la réalisation de cette «domestication» pourrait prendre la forme d'un programme de visites des mères à domicile ainsi que de discussions avec divers groupes de mères.

Les méthodologies de la communication sociale, y compris les media, notamment la radio (le moyen de communication le plus répandu dans ce pays) et les affiches soigneusement conçues, ces dernières devant être utilisées par les installations de soins de santé et au niveau du village, pourraient être également utiles. Les messages ainsi diffusés devraient faire comprendre que les aliments sont indispensables pour la vigueur et la bonne santé de l'enfant. L'information pourrait aussi porter sur le «papas», un aliment pour nourrissons satisfaisant qui peut être préparé selon les méthodes traditionnelles, à l'aide de maïs fermenté et de légumes à feuilles vertes; les mères pourraient être renseignées sur les techniques d'enrichissement de ce produit et sur la fréquence

recommandée des repas. Les messages devraient recommander fortement de contrôler la croissance de tous les enfants au moyen de pesées régulières et aux mères de continuer à allaiter leurs nourrissons jusqu'à deux ans. Enfin, les mères devraient être prévenues contre la contamination et averties de se laver les mains avant de préparer les repas ou de nourrir leurs bébés.

Les groupes suivants devraient s'engager dès le début: le Front de libération du Mozambique (FRELIMO), les organisations démocratiques populaires (notamment l'OMM), les organismes d'État centraux et locaux, le secteur de l'éducation (enseignants des écoles primaires et élèves) et le secteur de la santé. Ces groupes pourraient tous collaborer à la mise au point du contenu des messages médiatiques; ils pourraient aussi aider à déterminer la fréquence de diffusion requise pour ces messages. Dans les secteurs ayant des besoins particuliers, une stratification de la population rendrait possible l'attribution du media approprié. Si le programme est intégré dans la routine quotidienne, il deviendra un élément permanent des affaires du Mozambique. Un contrôle continuel de chaque programme local serait requis, au moyen d'évaluations périodiques sur leur impact, leurs effets secondaires, leurs coûts et leur contribution aux stratégies nationales qui contrôlent la malnutrition et le développement social.

La participation active de tous les membres de la collectivité est essentielle pour assurer le succès du programme. Les discussions fréquentes sur les questions pressantes permettraient la sensibilisation des leaders de la communauté et des chefs de familles aux problèmes de l'heure. Il faudrait évaluer régulièrement l'état de santé des enfants, connaître ceux qui sont sous-alimentés et prendre conscience des dangers de la contamination des aliments ainsi que de l'importance que revêt l'allaitement maternel prolongé.

Bibliographie

JNSP (Joint Nutrition Support Program). 1987. Annual report. JNSP, Maputo, Mozambique. 20 p.

Secrétariat d'État à la sécurité alimentaire. 1987. Projecto Piloto de Produção de Papas para crianças em Gaza-Xai-Xai. Bureau de l'industrie alimentaire, Secrétariat d'État à la sécurité alimentaire, Maputo, Mozambique. 33 p.

UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance). 1987a. Annual report. UNICEF, Maputo, Mozambique. 60 p.

_____ 1987b. Children on the front line. UNICEF, Maputo, Mozambique. 50 p.

_____ 1987c. Data base (internal report). UNICEF, Maputo, Mozambique. 8 p.

Le marketing social pour la réintroduction des produits de sevrage traditionnels

L. Hendrata

Fonds des Nations Unies pour l'enfance
3, UN Plaza H-8F, New York, NY, É-U 10017

Résumé *Il est probable que des pratiques de sevrage inappropriées soient le facteur le plus important de la malnutrition infantile. Ce facteur est aussi le plus complexe, étant dépendant des aspects comportementaux, économiques et socio-culturels particuliers à chaque collectivité. Un examen des nombreuses initiatives prises pour améliorer les pratiques de sevrage est présenté. Il y est discuté des échecs qu'a connus la majorité de ces initiatives à exercer un effet durable sur les pratiques de sevrage et par conséquent, sur l'état nutritionnel. Deux facteurs liés à ces échecs sont présentés : d'abord, de nombreux programmes sont axés sur des produits de sevrage particuliers, plutôt que sur la question globale du mode d'alimentation ; ensuite, le format de l'intervention est souvent tel que les nouvelles pratiques de sevrage ne sont pas maintenues après la fin du projet. Les leçons tirées des projets axés sur les aliments de sevrage sont résumées, en soulignant particulièrement les efforts déployés pour faire valoir les produits de sevrage traditionnels.*

La première chose à faire pour améliorer l'alimentation de l'enfant consiste à définir le problème. S'agit-il surtout d'un problème de carence nutritionnelle ou du problème plus vaste de la pratique de sevrage, dont la qualité nutritive n'est qu'un des aspects?

Ce dernier problème est visiblement le plus général. Le mode d'alimentation — y compris la sélection des vivres — est un processus complexe qui est influencé par une foule de facteurs: les valeurs traditionnelles et les croyances concernant les pratiques d'alimentation et les produits alimentaires, les genres d'emplois qu'occupent les mères, les niveaux de revenus des familles, l'importance de la publicité et de la commercialisation des aliments pour nourrissons et des succédanés du lait maternel, les attitudes et l'influence des services d'hygiène, et l'exposition aux média. Si l'on ne comprend pas complètement le problème de l'alimentation des enfants, les efforts faits pour introduire de nouveaux produits de sevrage ou pour faire valoir de nouvelles formules sont voués à l'échec.

Il est important que la collectivité participe à toute évaluation de l'alimenta-

tion et des soins infantiles. Les leçons les plus précieuses sont celles qu'apportent les mères de la collectivité qui ont obtenu de bons résultats; leur expérience peut nous offrir des solutions valables se rapportant à des milieux précis.

Il est important de traiter cette question sans idées préconçues; la recherche a pour premier objectif de comprendre la perception qu'ont les collectivités du problème et de ses solutions possibles. La discussion avec des groupes cibles peut s'avérer particulièrement utile, car elle dévoile souvent des facteurs sous-jacents subtils mais critiques qui déterminent les attitudes et les comportements.

Le plan de communication

Après avoir découvert pendant la recherche préliminaire qu'il s'agit d'un problème de carence nutritionnelle et qu'il est nécessaire d'introduire un nouveau produit alimentaire (dans ce cas peut-être un produit traditionnel qui n'est plus donné), nous avons entrepris de mettre au point un plan de communication. Parce qu'il existe déjà un excellent fonds de documentation, nous ne traiterons pas ce sujet en détail. Nous présenterons à la place plusieurs points clés qui peuvent aider les directeurs de programme à mettre au point un bon plan de communication.

La segmentation de la population

Il est indispensable de déterminer les segments de la population qui présentent des caractéristiques et des besoins particuliers. Cela permettra de concevoir des messages s'adressant spécifiquement à ces segments particuliers — une approche directe qui permet une communication plus efficace.

La manière dont cette segmentation est faite variera selon la nature des messages à communiquer et selon les situations locales. Par exemple, le lancement d'un nouveau produit de sevrage pourrait viser les segments suivants: les mères ayant des bébés de moins de quatre mois, les mères ayant des bébés de quatre à 12 mois, les mères ayant des enfants plus grands, les pères et autres dispensateurs de soins, les travailleurs de la santé et les membres des organisations de femmes.

Les points de résistance

Les points de résistance — les facteurs agissant contre l'adoption d'un changement comportemental souhaité — pourraient être d'origines sociale, culturelle, économique ou religieuse. Chaque segment de la population a différents points de résistance et tous doivent être identifiés et évalués. La prochaine étape consiste à élaborer des stratégies permettant de vaincre ces points de résistance.

En cherchant à réintroduire les produits de sevrage traditionnels qui, à un

moment donné, étaient populaires, il pourrait être extrêmement utile de faire l'analyse des points de résistance. Quels faits sociaux ont entraîné l'abandon de cette pratique? Le manque de temps des mères a-t-il été un facteur critique? Quelle image ce produit traditionnel projetait-il au milieu du processus de « modernisation »? Tous ces renseignements seront des plus utiles pour élaborer une stratégie visant à réintroduire les produits de sevrage traditionnels. Toutefois, il ne faut pas oublier que nous nous préoccupons surtout de connaître les perceptions actuelles à l'égard de ces problèmes, et non leur historique.

La conception des messages

Les segments visés de la population devraient participer pleinement à la conception des messages; la pertinence des messages destinés aux situations locales en sera ainsi garantie. Il est également important que les messages traitent correctement de chaque point de résistance révélé par la recherche préliminaire.

Un autre concept important est celui du « positionnement » du produit, c'est-à-dire la stratégie selon laquelle un produit est présenté dans les messages. Un dentifrice, par exemple, pourrait être présenté comme un produit hygiénique (qui évite les caries), comme produit cosmétique (qui donne des dents blanches comme les perles) ou comme aide sociale (« pour combattre la mauvaise haleine »). Chacun de ces positionnements sera plus efficace auprès d'un segment particulier de la population. De même, le lancement d'un nouveau produit de sevrage peut être axé sur un positionnement évident, celui qui a trait à la « santé »; cependant, il est possible que ce ne soit pas le choix le plus efficace. D'autres positionnements, comme ceux de la « modernité », ou de « l'encouragement du développement de l'intelligence chez l'enfant » devraient être explorés et évalués. Il faut garder à l'esprit que les adjectifs « ancien » et « traditionnel » peuvent ne pas être les meilleurs termes à employer dans le concept de réintroduction des produits de sevrage traditionnels.

Une fois que le contenu des messages a été déterminé, le format et la présentation devraient être testés à fond sur les lieux. C'est seulement à ce moment-là que la production du matériel de communication devrait commencer.

La planification médiatique

Le concept de la segmentation de la population est extrêmement important en ce qui a trait à la planification médiatique; nous devons d'abord avoir une idée précise du segment particulier que nous cherchons à atteindre et déterminer ensuite quel moyen médiatique est le plus apte à atteindre ce segment.

Un autre concept important est celui de la « cible et de la fréquence ». Notre but est d'atteindre autant de gens que possible avec une fréquence adéquate. L'éducation pour la santé et la nutrition a tendance à lésiner sur la fréquence (un exemple typique est la conférence hebdomadaire radiodiffusée). Ce qui s'est avéré plus efficace, c'est un message bien conçu d'une à deux minutes, diffusé dix à 20 fois par jour.

Assurer la permanence

Les initiatives en matière d'éducation à la nutrition souffrent d'une grande faiblesse, c'est-à-dire leur durée limitée. La plupart de ces initiatives sont réalisées à titre de projets précis d'une durée de deux à quatre ans; personne ne se soucie de ce qui se produit par la suite. Avec si peu de temps pour travailler, il n'est pas raisonnable d'espérer que les collectivités adoptent de manière permanente de nouveaux modes d'alimentation.

Par conséquent, il est important de veiller à ce que les activités de communication entrent dans le cadre des activités habituelles des organisations communautaires. Pour qu'elles puissent survivre, ces nouvelles pratiques alimentaires doivent également compter sur l'engagement précoce de tous les secteurs concernés du gouvernement local.

Conclusions

De nombreuses initiatives lancées pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants ont échoué. Ces échecs semblent être dus au fait que l'attention est trop étroitement placée sur les produits alimentaires plutôt que sur la question plus vaste du mode d'alimentation. Une approche plus générale de la définition et de l'analyse du problème aiderait à déterminer les facteurs critiques qui permettent d'obtenir un bon état nutritionnel. La diffusion de messages sur la nutrition pourrait être grandement facilitée par l'usage de techniques de marketing social.

Résumé des discussions

Les pratiques de sevrage et la mise au point des aliments de sevrage

La discussion a souligné le besoin d'adopter une approche pragmatique en ce qui a trait à la mise au point des aliments de sevrage: certaines considérations d'ordre pratique ont été soulevées, telles que la volonté et la capacité du consommateur d'acheter des produits améliorés.

En ce qui concerne le démarrage du sevrage au moyen d'un régime de produits fermentés, il a été souligné que le moment jugé opportun variait d'un pays à l'autre et même d'une région à l'autre dans un même pays. Deux questions précises ont été soulevées concernant l'usage de la fermentation dans le régime des nourrissons; la première était la question de savoir si la fermentation des aliments augmente l'apport énergétique fourni à l'enfant; la seconde concernait l'usage de bouillie acide en tant que galactagogue.

Les participants ont reconnu que les rapports anecdotiques émanant de nombreux pays semblent montrer que les bouillies fermentées stimulent la production du lait maternel. Cependant, ces constatations sont rarement fondées sur des preuves scientifiques; d'où la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine. [Note du rédacteur: cette question a été abordée dans la communication présentée par Mbugua, qui propose un mécanisme d'action.]

En général, on est d'avis qu'il manque de preuves que la fermentation accroît la densité énergétique, même si pendant le processus de fermentation les bouillies subissent des modifications complexes quant à la viscosité. [Note du rédacteur: l'effet de la fermentation sur la densité énergétique et la viscosité a été étudié dans de nombreuses communications présentées dans le cadre des présentes délibérations, notamment dans les travaux de Mbugua, Keregero et Kurwijila et dans la discussion sur l'effet de la fermentation du manioc sur la viscosité, dans les travaux de Mlingi et de Hakimjee et Lindgren.]

Il a été noté que les pratiques traditionnelles pouvaient souvent être transformées en technologies permettant d'améliorer le régime alimentaire des enfants et des nourrissons. Toutefois, il a été mentionné que les intervenants sanitaires ne savaient pas quelle position adopter concernant certaines de ces pratiques: ainsi, au Burundi, les mères donnent à leurs nourrissons de la bière de banane ou de sorgho. Faut-il encourager ou décourager de telles pratiques, ou n'en tenir aucun compte?

Les approches en matière d'éducation

La question suivante a été soulevée: compte tenu de la concurrence des compagnies commerciales, comment pouvons-nous encourager l'allaitement maternel ainsi que les pratiques de sevrage appropriées? En réponse à cette question, il a été proposé d'offrir des encouragements (sous forme de voyages, par exemple) aux travailleurs de la santé dont les efforts pour la promotion de l'allaitement au sein avaient été couronnés de succès; cela a réussi en Indonésie.

On a également abordé l'importante question du « marketing social », pour faire remarquer qu'il s'agissait plutôt d'une approche que d'un outil pouvant être utilisé par les éducateurs de la santé dans la conception des programmes d'éducation. En employant le jargon du marketing, nous nous éloignons d'une philosophie du développement; d'autres disciplines, comme l'anthropologie, l'éducation des adultes et les communications, peuvent nous apprendre plus de choses que le marketing. Il a été souligné que différents systèmes économiques peuvent exiger des approches différentes en matière d'éducation et de communications. Le besoin d'inculquer le sens de la responsabilité communautaire a été souligné. Ted Greiner a présenté le commentaire suivant sur le marketing social et le recours aux méthodes de recherche qualitative.

Le « marketing social » est un terme appliqué à une technique de communication. Il emprunte du marketing commercial certaines méthodes qu'il applique à la diffusion de messages sociaux. Tout comme le terme « marketing » comprend beaucoup plus que la publicité ou même le lancement d'un produit, de même le marketing social signifie bien plus qu'une campagne médiatique. Un de ses aspects les plus importants est l'étude de marché qui permet de connaître les désirs et la mentalité de l'auditeur cible ou « consommateur ». Il s'agit d'un travail d'enquête devant être exécuté avant, pendant et après la conception de la stratégie de communication (qui peut inclure ou non un constituant médiatique). Comme dans toute autre initiative en matière d'éducation, cela comporte sans aucun doute la possibilité pour l'éducateur de commettre l'erreur de penser qu'il est d'une manière ou d'une autre « meilleur » que l'auditeur cible « ignorant ». Mais, au moins, cette recherche tient compte de l'importance que revêt la consultation de ce public cible tout en espérant sa participation et même en rejoignant presque les idées de conscientisation de Paulo Frierian.

Dans la plupart des programmes de marketing social, la consultation du « consommateur » fait appel à diverses méthodes de recherche qualitative employées également dans le marketing commercial, non parce qu'elles sont meilleures ou plus précises pour obtenir le type d'information requis, mais parce qu'elles sont les plus rentables. Les chercheurs formés en méthodes de recherche davantage quantitative ont tendance à trouver inutiles de telles méthodes imprécises de sondage. Au contraire, ces méthodes sont non seulement nécessaires, en raison des ressources disponibles limitées dans les pays en développement, mais elles peuvent fournir et elles fournissent effectivement une information plus utile que les méthodes de recherche quantitative classiques.

La controverse engagée entre la recherche quantitative et la recherche qualitative reflète le manque de compréhension de ce que signifie le terme de recherche pris au sens large. La recherche est une activité organisée en vue d'apprendre ce qu'est la réalité, la vérité, dans le monde physique. Idéalement, toute méthode de recherche permet de recueillir une information à la fois valable et fiable. Les données valides ont véritablement la signification qu'on leur attribue. Elles se retrouvent maintes et maintes fois si la même méthode de recherche est utilisée — la recherche sur l'alimentation devrait être renouvelable. En laboratoire et même dans certaines études cliniques, les méthodes quantitatives fournissent une information à la fois valable et fiable. Mais lorsque la recherche porte sur la famille et la collectivité, c'est-à-dire lorsque les méthodes d'enquête sont employées, les méthodes de recherche quantitative ont tendance à produire des résultats peu satisfaisants, surtout si les enquêtes et les questionnaires sont conçus par des personnes d'une autre culture que celle du groupe étudié; dans ce cas, l'incompréhension interculturelle rend encore plus floues et plus difficiles à interpréter les réponses obtenues, déjà sursimplifiées. Cela est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit de recueillir une information au-delà des simples faits, de rechercher les causes, de comprendre pourquoi les choses sont comme elles sont. Il se peut qu'un type particulier de question obtienne toujours la même réponse, résultant en une donnée fiable, mais la réponse peut signifier autre chose que ce que croit le chercheur. Dans les enquêtes portant sur les collectivités, le recours aux simples techniques d'entrevue ne donne généralement pas de résultats satisfaisants.

Un exemple qui illustre bien comment les différentes méthodes produisent des résultats différents est la question classique: «Pourquoi avez-vous cessé d'allaiter votre enfant?» La réponse la plus courante est «à cause d'insuffisance de lait». Cela est dûment inscrit dans le rapport de recherche mais signifie peu de chose en ce qui a trait à la planification ou à l'établissement d'une politique parce que la cause est indéterminée. Un entretien plus approfondi dans le genre employé par certaines méthodes de recherche qualitative pourrait révéler que le terme «insuffisance de lait» est en réalité une façon d'exprimer en peu de mots un ensemble complexe de croyances et de motifs particuliers pouvant dissimuler des craintes, des incertitudes, des croyances partagées, voire des tentatives de tromperie de l'interviewer (ou d'une partie de la collectivité). Les décisions relatives à l'allaitement d'un enfant ne sont prises qu'après avoir pesé de nombreux facteurs; c'est une réalité qui ne peut pas être exprimée simplement, dans l'espace d'un instant, à un étranger. Plus la réalité que nous cherchons à découvrir est complexe, plus approfondie doit être la méthode qu'il nous faudra employer — peut-être même devrons-nous avoir recours à la technique du participant-observateur employée par les anthropologues, et qui prend beaucoup de temps. Manifestement, de telles techniques ne permettent pas d'obtenir les degrés de fiabilité que rendent possibles les méthodes d'entrevue superficielles, mais rapides, utilisées sur de grands échantillonnages. Toutefois, de plus en plus de chercheurs se rendent compte que pour obtenir les réponses à la question la plus complexe, la meilleure approche consiste à pratiquer la «triangulation» c'est-à-dire à utiliser plusieurs méthodes différentes concentrées sur la même question.

Les chercheurs ont découvert que pour obtenir l'information nécessaire à la planification d'une stratégie de communication efficace et appropriée, les enquêtes menées auprès des « groupes cibles » ont tendance à fournir une information qui est presque aussi bonne — et dans certains cas, meilleure que celle obtenue au moyen de grandes études effectuées par entrevues. Si les ressources le permettent, alors les entrevues peuvent cependant compléter les enquêtes menées auprès des groupes cibles.

Un échange animé a suivi la présentation du document d'Aphane et Nilsson portant sur la discussion avec les groupes cibles. La question de la validité de l'information ainsi recueillie a été soulevée. En défense de cette méthode, un conférencier a déclaré qu'il ne s'agit généralement que d'une méthode parmi beaucoup d'autres utilisées dans une étude, et qu'elle peut être utile pour faire ressortir les principales préoccupations ou les domaines possibles de recherche.

Séance III

Les produits fermentés dans l'alimentation de l'enfant

L'emploi des produits fermentés pour améliorer l'alimentation des enfants d'Afrique australe et orientale

A. Tomkins[1], D. Alnwick[2] et P. Haggerty[1]

[1]Département de nutrition humaine, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Keppel Street, Londres, WC1E 7HT, R-U, et [2]UNICEF, BP 44145, Nairobi, Kenya

Résumé *La malnutrition est fréquente chez les nourrissons et les enfants des pays en développement ; elle est due à une ration alimentaire insuffisante et à une forte incidence d'infections, notamment de diarrhée. Ces dernières années, les procédés de fermentation et de germination pouvant être utilisés au niveau familial ont suscité un intérêt accru ; ces technologies pourraient servir à préparer les céréales pour les nourrissons et les jeunes enfants. Une description est offerte des processus métaboliques ainsi que de la préparation de céréales fermentées dans plusieurs pays de cette région. Les processus métaboliques provoquent des changements dans le pH, la synthèse des agents antimicrobiens, la viscosité et la disponibilité des nutriments ; par conséquent, il reste certains domaines à explorer avant d'encourager l'usage de la fermentation et de la germination à grande échelle. Ces recherches porteraient sur la mesure quantitative de la nourriture consommée (notamment en période de maladie), l'examen des effets des processus métaboliques sur la survie des agents pathogènes de la diarrhée dans les aliments préparés à la maison, et les facteurs culturels et comportementaux qui influent sur le choix de la technologie alimentaire de la famille.*

Dans la plupart des pays de la région, plus de 30% des jeunes enfants souffrent de malnutrition chronique. Le plus souvent, la malnutrition est associée au retard de croissance qui apparaît dans la soi-disant période de sevrage (de 6 à 24 mois); elle est aussi associée à un régime alimentaire bourratif mais pauvre en calories, et à de fréquentes infections, surtout la diarrhée.

La grande majorité des tentatives d'amélioration de l'état nutritionnel des enfants de ce groupe d'âge ont connu peu de succès; les mères ont été informées de l'importance des régimes équilibrés et de l'usage des mélanges d'ingrédients dans la préparation de bons aliments de sevrage. Un grand nombre des conseils donnés étaient toutefois extrêmement peu pratiques pour les mères des régions rurales qui sont pauvres et débordées de travail; ainsi, on a suggéré à ces mères de nourrir leurs enfants fréquemment, au moyen de

produits fraîchement préparés; les mères qui travaillent huit heures par jour dans les champs et qui doivent faire de longs trajets pour chercher de l'eau et du bois de feu rare seront portées à ne pas suivre de tels conseils, ce qui est bien compréhensible.

Ces dernières années, dans cette région, on a commencé à porter davantage attention aux technologies accessibles aux familles défavorisées et pouvant être utilisées pour préparer des repas adéquats aux jeunes enfants; de telles technologies permettraient d'utiliser les produits locaux tout en consacrant à la préparation de ces aliments un minimum de dépenses supplémentaires et de temps. La plupart des travaux de recherche ont été faits en Tanzanie, où une enquête approfondie a été menée sur l'usage des grains germés; on a découvert que l'ajout d'une petite quantité de cette céréale à la bouillie de maïs réduit la viscosité et augmente de ce fait la quantité de bouillie que peut consommer l'enfant. Il est intéressant de noter qu'il s'agit d'une méthode de préparation traditionnelle dans plusieurs pays de la région qui avait été remplacée par des manières « modernes » de préparer les repas des jeunes enfants.

L'usage des bouillies de céréales fermentées à l'aide d'une culture lactique a été moins étudié, mais on a démontré que ce procédé de fermentation présentait plusieurs avantages: les bouillies s'acidifient et selon certaines constatations, les agents bactériens pathogènes susceptibles de provoquer la diarrhée ne peuvent survivre dans un tel milieu; les bouillies acides peuvent être plus appétissantes pour les enfants anorexiques; et ces bouillies peuvent se conserver, prêtes à être consommées, pendant plusieurs jours.

Dans plusieurs pays de la région, l'éducation actuelle en matière de nutrition souligne l'importance d'ajouter des matières grasses et des huiles dans les bouillies que l'on donne aux enfants, ainsi que de nourrir ceux-ci fréquemment; il semble cependant exister peu d'information sur la quantité de matières grasses et d'huiles que les jeunes enfants peuvent digérer, ou sur la question de savoir si certaines huiles conviennent mieux que d'autres.

Il existe de très nombreuses pratiques traditionnelles d'alimentation des jeunes enfants qui n'ont guère été étudiées. Certaines d'entre elles peuvent être bénéfiques, ou pourraient être facilement modifiées de façon à le devenir.

Dans cette région, les cultures de sorgho, de millet et de manioc qui supportent la grande sécheresse et sont bien adaptées aux conditions locales présentent un intérêt particulier; pourtant, elles sont en train d'être remplacées par des cultures moins résistantes à la sécheresse — des cultures qui rapportent un meilleur prix sur le marché. Il est essentiel d'étudier l'usage du sorgho, du millet et du manioc dans l'alimentation des jeunes enfants; il est probable qu'il existe de nombreuses traditions utiles sur l'usage de ces céréales qui pourraient être encouragées, tout comme la culture même de ces céréales.

Le présent document se propose de stimuler l'échange d'information et d'idées. Une distribution aussi large que possible en est prévue afin d'obtenir de l'information des travailleurs qui peuvent partager leur expérience. Nous

espérons que cette expérience inclura des travaux de recherche faits en laboratoire et dans la collectivité, ainsi que des comptes rendus de projets évaluant l'usage des diverses technologies alimentaires.

Le procédé de fermentation

Aperçu

La fermentation est l'une des plus anciennes méthodes connues pour préparer et conserver la nourriture. Depuis l'antiquité, les aliments ont été fermentés afin d'en améliorer la saveur et la texture, pour prolonger leur durée de conservation et, dans certains cas, pour diminuer les risques de contamination. La fermentation s'est développée largement pour des raisons pratiques; ce procédé permet de conserver pour une consommation ultérieure des aliments frais qui seraient abîmés s'ils étaient préparés en quantités trop grandes pour être consommées immédiatement lorsqu'ils sont disponibles; par conséquent, ce procédé est largement utilisé pour préparer les légumes, les condiments, les viandes, les fromages et autres produits laitiers.

En général, les produits fermentés sont considérés plus appétissants et plus agréables au goût que les produits crus non fermentés. En plus d'améliorer les propriétés externes (saveur, texture, arôme), les produits fermentés ont le plus souvent une plus grande valeur nutritive et une meilleure capacité d'entreposage. En général, les méthodes traditionnelles de fabrication des produits fermentés ne sont pas compliquées et n'exigent pas d'équipement coûteux (Djien 1979). Par conséquent, de nombreuses personnes considèrent que la fermentation des produits locaux est une technologie familiale efficace, peu coûteuse et bénéfique sur le plan nutritionnel pour les collectivités souffrant de déficit vivrier et de malnutrition, surtout dans les pays en développement.

Les changements qui se produisent pendant le processus de fermentation sont surtout le résultat de l'activité enzymatique opérée par les micro-organismes. Il existe trois grandes catégories de micro-organismes: les bactéries, les levures et les moisissures. Celles qui produisent les effets recherchés se distinguent de celles qui entraînent la contamination et la toxicité. Dans la fermentation, les micro-organismes emploient certains procédés cataboliques leur permettant de modifier les composés organiques des aliments et de produire l'énergie dont ils ont besoin pour leur croissance. Dans une seule fermentation, plusieurs types de micro-organismes peuvent être actifs, chacun remplissant un rôle particulier. Chaque organisme est responsable d'un changement distinct ou d'une série de changements du processus entier. Les levures sont les principaux micro-organismes de la fermentation des pains, des boissons alcooliques et des produits de boulangerie. Bien que les moisissures soient les espèces prédominantes dans la fermentation du fromage, leur rôle est limité et nous ne savons pas grand-chose sur elles. Les bactéries sont principalement responsables de la fermentation des céréales et des produits d'origine animale. Les deux principaux types de bactéries importants pour la fermentation des

céréales et des tubercules sont celles qui produisent l'acide lactique et celles qui produisent l'acide acétique.

Pour bien comprendre le processus de fermentation de base, il faut comprendre la distinction entre les réactions anaérobies et les réactions aérobies. Étant donné qu'elles ont besoin d'air pour proliférer, la plupart des espèces de levures, de bactéries productrices d'acide acétique et de moisissures sont aérobies. Les bactéries productrices d'acide lactique sont parfois appelées micro-aérophiliques; au moyen d'une série de réductions et d'oxydations intra-moléculaires, ces bactéries déclenchent les processus métaboliques essentiels avec très peu ou pas d'oxygène. En raison du fait qu'elles n'utilisent pas d'oxygène, les changements qu'elles accomplissent n'entraînent pas une décomposition totale des aliments en oxydes simples, gaz carbonique et eau; leur principal produit final est plutôt l'acide lactique dérivé du sucre et quelques autres (mineurs) sous-produits du sucre. Ces bactéries doivent fermenter une grande quantité de sucre pour couvrir les besoins énergétiques nécessaires à leur croissance et à leur prolifération. L'acide lactique qu'elles produisent inhibe la prolifération d'autres bactéries qui pourraient provoquer la décomposition et la détérioration des aliments.

Définition et caractérisation

Jay (1978) définit la fermentation comme étant « le processus métabolique par lequel les hydrates de carbone et composés connexes sont oxydés en libérant de l'énergie en l'absence de tout accepteur externe d'électrons. Les accepteurs des derniers électrons sont des composés organiques produits directement par la décomposition des hydrates de carbone ». Bien que la respiration telle que nous la connaissons entraîne la décomposition totale des substrats organiques, la fermentation n'entraîne qu'une décomposition partielle; il manque à la bactérie productrice d'acide lactique un cycle fonctionnel de Krebs. Les deux processus produisent de l'énergie, mais celui de la respiration en produit beaucoup plus.

L'utilisation de l'énergie (glucose) par les micro-organismes lors du processus de fermentation se fait selon trois voies:

- la voie glycolytique (fructose-1, G-diphosphate et Embden-Meyerhof-Parnas) et la fermentation alcoolique ou homolactique;
- les voies hétérolactiques (voie des pentoses phosphates) et dégradation 2-3;
- la voie acide mixte (Corynebacterium).

Chaque voie donne des produits finals distincts du métabolisme du sucre. La fermentation homolactique donne de l'acide lactique. La fermentation hétérolactique donne de l'acide lactique, de l'acide acétique, de l'alcool éthylique, du gaz carbonique et d'autres sucres. Les bactéries productrices d'acide lactique peuvent être divisées en deux groupes principaux, selon les produits finals du métabolisme du glucose — les homoferments et les hétéroferments.

Le mode homofermentaire est observé lorsque le glucose est métabolisé, mais pas nécessairement lorsque les pentoses le sont. Les homolactiques sont capables de tirer environ deux fois plus d'énergie d'une quantité donnée de glucose que les hétérolactiques.

Les hydrates de carbone, notamment les sucres simples, fournissent la source d'énergie la plus facilement utilisable par les micro-organismes en fermentation. Le produit entreposé est décomposé en éléments plus petits, à raison de petits changements dans le potentiel d'oxydoréduction (redox). Ces simples substrats sont ensuite oxydés en deux à trois unités de carbone. Dans le cas des sucres, cette étape s'appelle la glycolyse.

Par la voie glycolytique, le glucose est décomposé en pyruvate. Le pyruvate est le pivot de la voie catabolique. Pendant la respiration, le pyruvate est oxydé et décarboxylé en acétate. Dans la fermentation anaérobie, le pyruvate se transforme en acide lactique sous l'action de la lactate-déshydrogénase.

Bien que les sucres fournissent l'énergie nécessaire au métabolisme, d'autres nutriments, y compris les protéines, les lipides, les vitamines et les minéraux, sont indispensables au maintien des cellules bactériennes. Toutefois, les micro-organismes, surtout les bactéries, ont peu de capacité de synthèse ; les nutriments doivent donc être principalement fournis par le substrat en fermentation.

Les fermentations lactiques

Les bactéries productrices d'acide lactique sont, à quelques exceptions près, des sphères et des bâtonnets, asporulées, à catalase négative et germes Gram positif. Il existe quatre sortes de bactéries productrices d'acide lactique : les *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus*. Toutes exigent des hydrates de carbone pour remplir leurs besoins énergétiques et elles sont incapables de synthétiser les acides aminés et les facteurs de croissance aux fins de reproduction, et toutes produisent du lactate à partir des hexoses. Ces bactéries prolifèrent dans des conditions anaérobies et micro-aérophiliques. Leur production rapide caractéristique de lactate inhibe le développement de la plupart des bactéries nocives, sensibles à l'acide en surface du sol et dans les plantes. Tous les membres du genre *Pediococcus* et *Streptococcus* sont des homoferments tout comme certains lactobacilles, tandis que tous les *Leuconostoc* sont des hétéroferments tout comme certains lactobacilles. Jay (1978) affirme que les hétérolactiques comme les acétaldéhydes et les diacétyles sont plus importants que les homolactiques pour la production de la saveur et de l'arôme des aliments.

Bien des fermentations qui donnent l'acide lactique sont déclenchées par des bactéries sphériques comme les *Leuconostoc mesenteroides* et les *Pediococcus*. Les bactéries en forme de bâtonnets, les *Lactobacillus plantarum* et *L. brevis*, succèdent normalement aux bactéries sphériques et font baisser le pH au niveau désiré d'environ 3,6. Ayres (1980) a constaté que bien que d'autres genres et espèces de bactéries productrices d'acide lactique apparaissent

rarement dans les légumes en fermentation, mais que certains genres et espèces de culture semblable apparaissent couramment sur les plantes.

Les paramètres de la croissance

Il existe quatre paramètres intrinsèques critiques pour la croissance des micro-organismes en fermentation: le pH, la teneur en humidité, le potentiel d'oxydoréduction et le contenu nutritif. Chacun d'eux exerce un effet spécial sur les micro-organismes des aliments.

Le pH

La plupart des micro-organismes se développent mieux lorsque les valeurs du pH se situent autour de 7,0; peu d'entre eux peuvent survivre à des valeurs pH inférieures à 4,0. Les bactéries, notamment les bactéries pathogènes, ont tendance à être plus exigeantes en ce qui a trait à leurs besoins en pH que les levures et les moisissures. Les levures et les moisissures se développent dans une gamme de pH allant de 1,5 à 11. La valeur du pH de la viande et des produits laitiers est optimale pour le développement des bactéries entraînant l'avarie. Le faible pH de la plupart des légumes et des fruits permet l'avarie provoquée par les levures et les moisissures.

Dans le processus de fermentation, les diverses espèces de bactéries ont des exigences en pH qui diffèrent considérablement; la plupart se développent le mieux dans un milieu au pH neutre. Par ailleurs, les bactéries productrices d'acide lactique, d'acide acétique et d'acide propionique se développent mieux dans un milieu acide, et l'acidité que ces bactéries produisent dans les aliments est inférieure à la tolérance au pH d'une grande majorité d'autres bactéries, y compris des bactéries pathogènes. C'est cette caractéristique qui les rend si utiles dans la conservation des aliments (Pederson 1979) et, probablement, dans l'inhibition des agents pathogènes diarrhéiques.

Les diverses denrées ont différentes capacités de résistance aux changements de pH et, par conséquent, différents pouvoirs tampons. La présence de certaines substances tampon, comme les sels et les protéines, permet à la fermentation de se produire sans changements importants de pH. Par exemple, le pouvoir tampon des viandes, du lait et des céréales dépasse de loin celui des légumes à feuilles ou à racines. Par conséquent, il peut se produire dans le lait une croissance et une production d'acide considérables sans grand changement de pH. Bien que les haricots verts et les pois puissent être fermentés par les bactéries productrices d'acide lactique, le changement de pH est tellement lent que les bactéries non lactiques prolifèrent fréquemment, créant l'avarie.

La teneur en humidité

L'une des plus anciennes méthodes connues pour préserver les aliments est celle du séchage. Les besoins hydriques des micro-organismes sont aujourd'hui décrits en termes d'activité hydrique (a_h) dans l'environnement. L'activité hydrique est définie par le ratio de la tension de vapeur hydrique du substrat alimentaire sur celle de l'eau pure à la même température:

$$a_h = \frac{\text{tension de vapeur hydrique de la denrée}}{\text{tension de vapeur hydrique de } H_2O \text{ pure}} = p/P_O$$

Ce paramètre est lié à l'humidité relative (HR) de l'atmosphère en équilibre avec la denrée de la manière suivante (Jay 1978): HR = a_h x 100.

L'a_h de la plupart des denrées fraîches est supérieure à 0,99. La plupart des bactéries provoquant l'avarie ne se développent pas lorsque l'a_h est inférieure à 0,91. La plupart des levures entraînant l'avarie peuvent se développer lorsque l'a_h est aussi faible que 0,80. Tout comme pour la gamme des pH, la gamme de a_h tolérée par les levures et les moisissures est supérieure à celle des bactéries. L'a_h la plus faible signalée pour n'importe quelle bactérie est de 0,75.

Les nutriments, la température, l'oxygène, ainsi que d'autres facteurs influent sur les exigences en eau. À n'importe quelle température, la croissance des micro-organismes diminue en fonction de la diminution de l'a_h. La gamme a_h propice à la croissance est la plus grande à des températures de croissance optimale. La présence de nutriments augmente la gamme a_h propice à la croissance.

Le potentiel d'oxydoréduction

Les micro-organismes présentent divers degrés de sensibilité au potentiel redox de leur milieu. Le potentiel redox d'un substrat, exprimé en Eh, peut être défini comme étant la facilité avec laquelle un substrat gagne ou perd des électrons. Les micro-organismes aérobies exigent pour se développer des valeurs Eh positives, tandis que ceux qui sont anaérobies exigent des valeurs négatives. Les groupes de sulfhydryles, d'acide ascorbique et de sucres réducteurs dans les aliments aident à maintenir des conditions réductrices. Les bactéries productrices d'acide lactique ont tendance à faire baisser l'Eh des aliments et donc à limiter la croissance des micro-organismes aérobies.

Le contenu nutritif

Pour croître et fonctionner, les micro-organismes présents dans les aliments ont besoin d'eau, d'énergie, d'azote, de vitamines et de minéraux. Les moisissures et les levures ont des besoins nutritifs plus faibles que les bactéries. Comme on l'a décrit précédemment, les hydrates de carbone, sous forme de sucres, fournissent la principale source d'énergie. Les principales sources d'azote sont les acides aminés dérivés des peptides et des protéines. En général, la plupart des organismes utiliseront de simples composés comme les acides aminés avant d'hydrolyser les protéines ayant un plus grand poids moléculaire.

En plus des paramètres intrinsèques, c'est-à-dire des paramètres inhérents aux plantes et aux tissus animaux, les paramètres extrinsèques agissent également sur les aliments et leurs micro-organismes. Le paramètre extrinsèque le plus important dont il sera ici question est la température. La température à laquelle un aliment fermente influencera grandement le taux de fermentation, les espèces d'organismes concernés et les changements microbiologiques qui se produisent. La plupart des principaux micro-organismes des aliments sont mésophiles.

Les bactéries productrices de l'acide lactique se développent le mieux à une température d'environ 30 à 32° C. Quelques espèces de *Lactobacillus* impliquées dans la fermentation du lait se développent à une température égale ou supérieure à 40° C. Les *Leuconostoc mesenteroides* se développent à une gamme de températures inférieures à celle des autres agents lactiques. Certains organismes produisant l'avarie, du genre *Pseudomonas*, *Flavobacterium* et *Achromobacter* se développent à des températures proches du point de congélation (et ils se développent souvent dans le réfrigérateur). Certains organismes, tels que le *Streptococcus faecalis*, se développent à des températures allant de 0°C à 30° C ou plus. La plupart des bactéries thermophiles d'importance appartiennent au genre *Bacillus* et *Clostridium*. En comparant les moisissures et les levures aux bactéries, nous voyons que les premières se développent non seulement dans une grande gamme de pH, d'a_h, d'Eh et de disponibilité d'éléments nutritifs, mais également dans une grande gamme de températures.

En évaluant les conditions nécessaires à la croissance des micro-organismes et à la fermentation, il est indispensable de considérer toutes les caractéristiques extrinsèques et intrinsèques présentes au moment de la fermentation. Les changements dans un paramètre (par ex. l'a_h) vont influencer l'effet d'un autre paramètre (par ex. la température). En Afrique, en ce qui concerne la plupart des processus traditionnels de fermentation, les conditions idéales en ce qui a trait à la croissance des micro-organismes et au développement d'un produit souhaité ont été établies au cours des siècles.

Les produits céréaliers fermentés d'Afrique

Les produits fermentés du maïs

La fermentation bactérienne des substrats riches en amidon est largement pratiquée en Afrique. Le maïs (*Zea mays*) et le manioc sont les matières premières les plus importantes. Les bouillies sures préparées à partir des céréales (notamment du maïs) sont souvent l'aliment de base dans de nombreux pays. Il existe au moins 20 différents produits fermentés du maïs, et la plupart suivent le même processus de fermentation de base.

L'« ogi » nigérian

L'« ogi » est une bouillie de consistance moelleuse au goût aigrelet rappelant celui du yogourt. Sa couleur dépend de la céréale utilisée pour le préparer — crème avec le maïs, brun rouge avec le sorgho et gris avec le millet. Bien qu'au Nigeria, le mot « ogi » se rapporte généralement à la bouillie de maïs, « ogi baba » et « ogi oro » décrivent l'« ogi » de sorgho et l'« ogi » de millet respectivement. Le sédiment féculent produit par le processus de fermentation est l'« ogi » et il est généralement vendu sous la forme d'un gâteau humide enveloppé dans des feuilles. La bouillie d'« ogi » cuite est appelée « pap » dans l'ensemble du Nigeria. Dans d'autres régions, le même produit peut s'appeler « akamu » ou « eko gbona ». L'« eko tutu » ou « agidi » est un produit à consistance de gelée préparé à partir de l'« ogi » ; il contient moins d'eau que le « pap » et est enveloppé de feuilles. L'« ogi » de maïs est plus

courant dans les états du nord du Nigeria (où se trouve la majorité des cultures de maïs), tandis que l'« ogi » de millet est plus prédominant dans les provinces du sud (Steinkraus 1983a).

Les méthodes de production La production d'« ogi » est traditionnellement effectuée à petite échelle, les lots étant préparés deux à trois fois par semaine. Le grain de maïs est nettoyé, mis à tremper dans de l'eau tiède pendant un à deux jours; il est ensuite égoutté, pilé à l'eau et filtré avec de l'eau dans un tamis à mailles pour enlever les fibres, les enveloppes et une grande partie du germe. On laisse ensuite reposer le filtrat pour lui permettre de se sédimenter et de fermenter de 24 à 72 heures de plus à une température de 30° à 32°C, jusqu'à ce qu'il s'acidifie (Akinrele 1970). Le sédiment formé est l'« ogi », qui est soit bouilli dans le surnageant ou dans l'eau pour donner la bouillie d'« ogi » (« pap »). Dans les pratiques commerciales, le sédiment non cuit est égoutté et vendu enveloppé dans des feuilles. La durée de conservation de ce produit (non réfrigéré) est de moins de 30 heures (Fig. 1).

Le contrôle de la fermentation Pour obtenir un « ogi » ayant une saveur acceptable, il faut contrôler deux des étapes du processus; la première est la mise à tremper du grain entier de 24 à 72 heures avant le pilage et le tamisage à l'eau; si l'on désire augmenter l'acidité, la deuxième étape consiste à prolonger la fermentation d'un à trois jours. Le pH du grain à la suite du trempage devrait être d'environ 4,3 ± 0,2. L'« ogi » final de saveur et arôme désirés a un pH de 3,6 à 3,7 et une acidité titrable à environ 130 mg NaOH/100 g de produit. Les valeurs pH supérieures ou inférieures à ce niveau ne sont pas acceptables. Les études faites sur ce procédé traditionnel ont montré que la température idéale pour obtenir une fermentation rapide est 30° à 32°C; à 45°C, le processus de fermentation est inhibé.

Au Nigeria, les variantes commerciales de la production d'« ogi » sont généralement caractérisées par différentes durées de trempage et d'acidification (Akinrele 1970). Lorsqu'on utilise de l'eau tiède pour faire tremper le grain, la période de fermentation requise est d'environ un jour; lorsqu'on utilise de l'eau froide (30° à 32°C), le grain doit fermenter pendant trois jours pour obtenir une saveur aigrelette acceptable. Au bout de 24 heures, un trempage de grains entiers entraîne une microflore dominée par les bactéries productrices d'acide lactique. Cet état dure encore 48 heures. Lorsque les grains sont mis à tremper pendant plus de 48 heures, on peut constater qu'ils contiennent une quantité élevée d'organismes aérobies qui peuvent contribuer à donner une saveur désagréable. Ce phénomène est parfois contrôlé par une fermentation à plus haute température. En Afrique occidentale, la méthode qui consiste à faire tremper des grains entiers au lieu de grains de maïs décortiqués pourrait être considérée comme un autre moyen de cultiver les bactéries souhaitables. Les études d'Akinrele (1970) ont montré que la plus grande partie de l'absorption hydrique des grains de maïs prenait place dans les premières 24 heures (30° à 32°C) et que cet intervalle de temps suffit à la prolifération des bactéries productrices d'acide lactique.

La microbiologie de la fermentation de l'« ogi » Les micro-organismes

présents dans l'« ogi » ont été isolés et identifiés. Les moisissures associées à la surface du maïs en fermentation sont les *Cephalosporium*, *Rhizopus*, *Oospora*, *Cercospora*, *Fusarium* et *Aspergillus*. Toutes sont éliminées au bout de six heures de trempage. Les bactéries sont les *Corynebacterium*, *Clostridium*, *Enterobacter cloacae*, ainsi que *L. plantarum*, *L. brevis* et *Acetobacter*. Les levures isolées comprennent les *S. cerevisiae*, *Rhodotorula* et *Candida mycoderma*.

Les bactéries prédominantes dans la fermentation de la bouillie sont les *L. plantarum*, également responsables de la production du principal acide, le lactate. On pense que le *Corynebacterium* hydrolyse la fécule de maïs pour former des acides organiques, tandis que le *S. cerevisiae* et le *C. mycoderma* agissent sur la saveur (Steinkraus 1983b).

Les propriétés organoleptiques de l'« ogi » La production d'« ogi », comme la plupart des fermentations de céréales, a pour principal objectif d'améliorer la saveur en la rendant acide ou sure. Dans les cultures où la fermentation des céréales est pratiquée, le produit acidifié est préféré au produit sans goût, fait à partir du grain non fermenté. Dans certaines populations, le bouillon d'« ogi » est bouilli dans sa propre eau de lavage pour augmenter l'acidité finale. Les acides volatiles et non volatiles prédominants dans l'« ogi » sont les acides lactique et acétique, respectivement; il existe aussi des quantités infimes d'acides formique et butyrique. Les acides volatiles et non volatiles donnent les saveurs sures les plus acceptables dans des pourcentages de 0,65 et 0,11 respectivement (Banigo et Muller 1972). Une dernière ébullition de l'« ogi » dans son eau de lavage permet d'augmenter la quantité générale d'acides; toutefois, le ratio des acides volatiles par rapport aux acides non volatiles n'est pas modifié.

La fermentation a un effet marqué sur le gonflement et l'épaississement du composant féculent des suspensions de farine de maïs. Cet effet est, croit-on, principalement dû à la présence des acides lactique et acétique. Les changements de texture qui se produisent pendant la fermentation et pendant la gélification de la farine de maïs après la fermentation ont de l'importance. Dans l'idéal, le produit final est une pâte fine et lisse, exempte de fibres et d'enveloppes de grains et qui contient peu de germe.

L'usage de l'« ogi » dans la culture nigériane L'« ogi » sous forme de bouillie (« pap ») a été traditionnellement l'aliment de choix des nourrissons et des jeunes enfants et une principale céréale du petit déjeuner des adultes. L'« ogi » coûte beaucoup moins cher que les aliments pour nourrissons importés que l'on trouve dans le commerce. Du sucre ou du lait condensé ou en poudre peut être ajouté à la bouillie, selon le goût. Les adultes consomment l'« ogi » avec du ragoût de viande et du plantain frit, avec du gâteau de haricots frits, du gâteau de haricots cuit à la vapeur (« moin-moin ») ou avec du pain et des oeufs frits. L'« ogi » peut servir à épaissir les soupes et les ragoûts.

Bien que les données nutritionnelles sur l'« ogi » soient rares, il est estimé que dans certains états, sa consommation fournit le tiers de la ration calorique quotidienne totale. Dans les régions urbaines et dans les régions rurales, où les

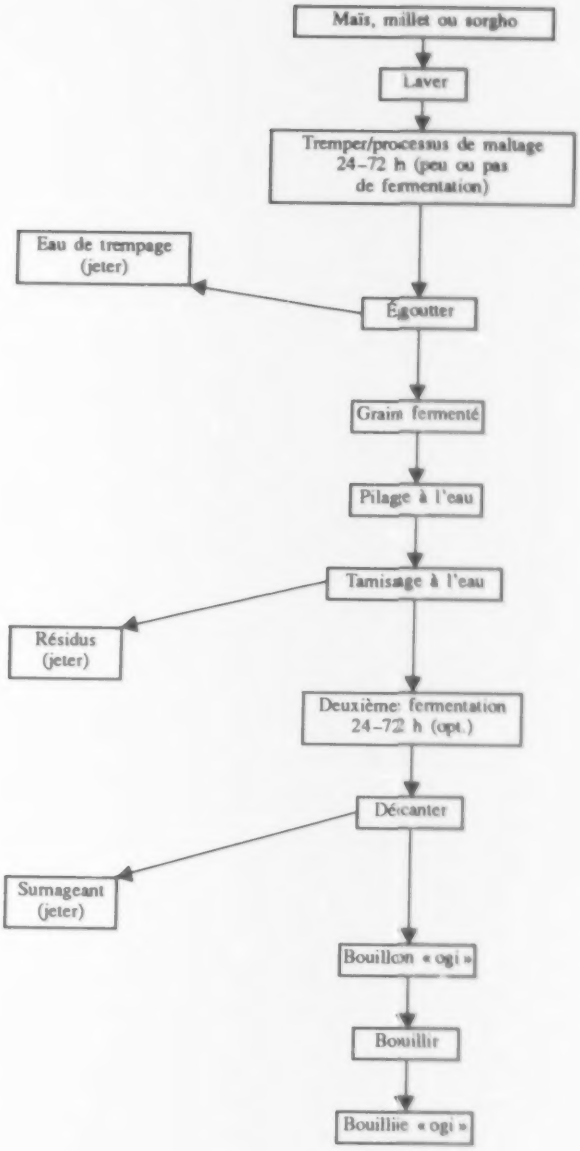

Fig. 1. Préparation traditionnelle de l'« ogi » (Steinkraus 1983b).

idées et pratiques modernes se font de plus en plus sentir, on remarque un recul de la consommation des aliments peu coûteux préparés de la manière traditionnelle au profit des produits de transformation qui coûtent plus cher. Un nombre croissant de femmes des régions rurales entrent sur le marché du travail et leur temps est accaparé par de nombreuses exigences. Bien que les aliments traditionnels comme l'« ogi » puissent être moins chers que les produits commerciaux, ils sont aussi plus périssables et leur préparation prend plus de temps. Il faut tenir compte de ces facteurs dans toute initiative prise pour encourager la consommation des aliments traditionnels.

Le « mahewu » sud-africain (« magou »)

Le « mahewu » est un breuvage non alcoolique et aigrelet populaire chez les peuples bantous d'Afrique du Sud; il est produit à grande échelle, et il est très consommé par les jeunes membres du personnel des compagnies minières et des entreprises industrielles. Akinrele (1970) a décrit le « mahewu » comme étant l'équivalent bantou de l'« ogi » nigérian, à cette différence près: dans le « mahewu », l'acidité est provoquée par des bactéries qui sont introduites par l'addition de farine de blé. Le « mahewu » est classé par la plupart comme une boisson tandis que l'« ogi » est considéré comme une bouillie; Novellie (1982) remarque toutefois que souvent la seule différence entre les boissons et les bouillies acides est le degré de concentration de la céréale. Le « mahewu » contient de 8 à 10 % de matières solides et son pH est d'environ 3,5 avec une acidité titrant de 0,4 à 0,5 % (identifiée comme étant de l'acide lactique). Il est souvent vendu dans le commerce sous forme de concentré ou de poudre pour faciliter la distribution et la commercialisation.

Les étapes de la production du « mahewu » Traditionnellement, on fabrique le « mahewu » en faisant bouillir un mélange de 450 g de farine de maïs dans 3,8 L d'eau jusqu'à ce qu'il soit cuit (environ une heure et demie); on le laisse refroidir et on y ajoute une petite quantité de farine de blé (environ 5 % du poids de la farine de maïs). La farine de blé fournit l'inoculum, et c'est le catalyseur de la fermentation spontanée. Les bactéries contenues dans la bouillie transforment rapidement en acide lactique les sucres dérivés de l'amidon sous l'action des enzymes amylolytiques du blé. À la suite de l'inoculation, le « mahewu » est mis à incuber à environ 30 à 35°C pendant 36 heures, après quoi la saveur aigrelette désirée est obtenue (Fig. 2).

Selon Schweigart et de Wit (1960), la durée d'acidification du « mahewu » est trop longue et trop irrégulière pour que les méthodes traditionnelles soient utilisées pour une production industrielle. En outre, ces méthodes peuvent entraîner le développement de bactéries indésirables qui provoquent une fermentation secondaire, dont les produits (c.-à-d. acides acétique et butyrique) gâtent la saveur du produit. Schweigart et de Wit (1960) ont décrit une méthode améliorée de production du « mahewu » dans des conditions contrôlées: la farine de blé (une source de facteurs de croissance) a été ajoutée au mélange d'eau et de maïs; la suspension a ensuite été inoculée avec le *L. delbrueckii*

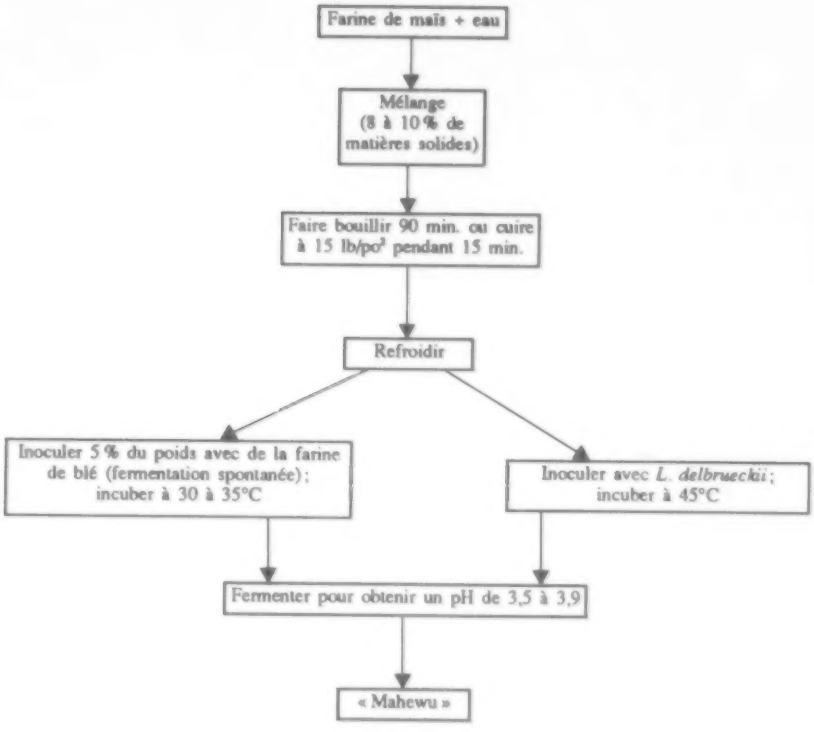

Fig. 2. Production de « mahewu » (Steinkraus 1983b).

ou *L. bulgaricus*. Ces deux bactéries ont montré qu'elles possèdent une grande capacité de production d'acide lactique et toutes deux se sont développées de manière optimale à des températures suffisamment élevées (45 à 51°C) pour entraîner la suppression de la prolifération des bactéries productrices des acides acétique et butyrique (Schweigart et de Wit 1960).

En ce qui concerne la production industrielle du « mahewu », du maïs blanc grossièrement pilé est utilisé comme substrat, avec un inoculum comprenant des cultures pures qui ont été isolées à partir du « mahewu » fabriqué artisanalement et mises en culture sur de la farine de blé entier grossièrement moulu. Le mélange de farine de maïs (8 % de matières solides) est cuit en faisant bouillir 45 minutes supplémentaires. Le mélange épais est ensuite refroidi à des températures de 47° à 52°C et inoculé d'un catalyseur. La fermentation se poursuit sans contrôle de température pendant 22 à 24 heures, période pendant laquelle le pH tombe à un niveau de 3,65 à 3,95. Un « mahewu »

moins épais peut être obtenu en ajoutant de la farine de blé; un produit plus épais, en utilisant soit moins de farine de blé soit plus de farine de maïs (Novellie 1982). Le produit fermenté est enrichi de farine de soja, de sucre, de farine de poisson, de petit lait ou de poudre de babeurre et de levure. Schweigart et de Wit (1960) soulignent l'importance pour le développement des cultures d'ajouter des protéines de grande valeur biologique. La protéine du lait, par exemple, fournit les quantités d'acides aminés nécessaires à la fermentation. Le mélange est séché par pulvérisation jusqu'à ce qu'il ait un degré d'humidité de 3,5 à 4 %; il a alors une capacité d'entreposage d'un an ou plus. La poudre séchée est mélangée à de l'eau au moment de la consommation.

La microbiologie de la fermentation du « mahewu » Il existe deux facteurs de première importance en ce qui concerne la fermentation de « mahewu »: la nature des micro-organismes présents dans la farine de blé et la température de fermentation. La température optimale d'incubation pour la fermentation spontanée (c.-à-d. par la méthode traditionnelle) semble être de 35°C et le micro-organisme prédominant est le *Streptococcus lactis*. Cette méthode a toutefois les inconvénients rapportés par Schweigart et de Wit (1960).

Pour surmonter les inconvénients de la production traditionnelle de « mahewu », une grande partie de la recherche s'est consacrée à l'usage de cultures de déclenchement. Les expériences faites avec divers micro-organismes, dont les *L. delbrueckii*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* et *S. lactis* ont montré que l'organisme qui réussit le mieux à produire de l'acide est le *L. delbrueckii*. À la température recommandée de 45°C, les *L. delbrueckii* croissent rapidement; d'autres bactéries indésirables ne réussissent pas à croître à des températures aussi élevées. Schweigart et de Wit (1960) ont trouvé que les cultures de *L. delbrueckii* avaient la plus grande activité lorsqu'elles étaient inoculées dans un nouveau milieu toutes les huit heures. Les cultures ont une croissance réduite lorsqu'elles sont transférées au bout de 12 heures et presque pas de croissance au bout de 24 heures. Il a été rapporté qu'une culture adaptée de *L. delbrueckii* utilisée avec un agent tampon approprié réduisait le temps de fermentation à trois heures (Steinkraus 1983b).

En ce qui concerne les fermentations à grande échelle, il est préférable que la culture des *L. delbrueckii* soit adaptée à la croissance dans un bouillon de farine de maïs avant l'inoculation. La culture doit être mélangée complètement avec la bouillie, ce qui est difficile lorsque celle-ci est très épaisse. Il est indispensable d'ajouter une source protéique de haute valeur biologique, comme la poudre de lait écrémé ou la poudre de petit-lait. Ces sources protéiques fournissent les quantités d'acides essentiels pour le processus de fermentation; de tels acides sont limitants dans les protéines céréalières, notamment dans la protéine de maïs, où la lysine peut être insuffisante. Lorsque le petit-lait est utilisé comme source protéique, les *L. bulgaricus* (qui utilisent le lactose) sont souhaitables en tant que principaux organismes de fermentation. D'autres sources protéiques à haute valeur biologique pouvant être utilisées sont la levure, la farine de soja et la farine de poisson.

L'addition de sels tampons au milieu est essentielle à la production d'une quantité suffisante d'acide lactique. Le petit-lait et les phosphates (phosphate dicalcique) servent de tampons, évitant au pH de tomber à des niveaux préjudiciables — des niveaux qui pourraient empêcher la production de lactate. Lorsque le pH est maintenu entre 3,8 et 4,0, la production d'acide est accrue. La peptone semble être une addition indispensable au milieu.

La farine de blé semble servir de stimulant à la croissance bactérienne. Étant donné que l'Afrique du Sud importe le blé, il était souhaitable de trouver un substitut à la farine de blé. En s'appuyant sur le fait que les agents actifs dans la farine de blé étaient probablement les enzymes, Schweigart et de Wit (1960) ont constaté que le son, plus riche en certaines enzymes que la farine de blé, pourrait servir de substitut. On a trouvé que 0,5 à 1% de son de blé ajouté au mélange avait le même effet que 5% de farine de blé. Étant donné que les enzymes du son responsables de la stimulation de la croissance sont thermolabiles, le son ne devrait pas être utilisé à de hautes températures; par conséquent, il ne devrait pas être utilisé dans le procédé d'autoclave, mais plutôt après la cuisson et le refroidissement.

Normalement, le produit « mahewu » final contient de 8 à 10% de matières solides totales, de 7 à 9% de protéines et moins de 0,5% v/v d'éthanol. La production d'acide lactique atteint un niveau d'acidité totale de 0,5% et un pH d'environ 3,5. La préparation de « mahewu » concentré (avec 24% de matières solides) exige environ huit heures de fermentation; il est produit trois fois plus d'acide lactique par cette méthode qu'au cours des trois heures de fermentation.

Les propriétés organoleptiques du « mahewu » Chez les Bantous, le « mahewu » préféré a généralement une acidité lactique de 0,4 à 0,45%, un pH de 3,5 et un contenu en matières solides de 8%. Une saveur aigrelette propre (provenant du lactate) est celle qui est préférée et il ne devrait pas y avoir d'acides acétique et butyrique. Étant donné que l'alcool n'améliore pas la saveur, il faut en éviter la formation pendant la fermentation. Un « mahewu » séché devrait se mélanger facilement à l'eau pour donner une dispersion stable ayant une saveur de produit fait à la maison. Il est largement consommé par les jeunes enfants et les adultes.

L'« uji » du Kenya

En Afrique de l'Est, une suspension de farine de maïs, de millet, de sorgho ou de manioc dans l'eau est fermentée avant ou après la cuisson pour faire une bouillie crémeuse épaisse. Les termes « uji » et « okamu » sont utilisés, ce qui est déconcertant, pour désigner les formes de bouillies fermentées et non fermentées. Dans le présent document, le terme « uji » est utilisé pour désigner les formes fermentées seulement. L'« uji » est consommé partout au Kenya, en Ouganda et en Tanzanie et il existe de nombreuses variations ethniques de la même boisson de base.

L'« uji » consommé au petit déjeuner et au déjeuner est largement utilisé comme aliment pour les nourrissons et les jeunes enfants. L'« uji » fermenté, croient certains, augmente la lactation. Il peut être servi à n'importe quel

moment de la journée dans la société africaine (rurale) traditionnelle, soit seul pour étancher la soif, soit liquide au petit déjeuner, ou avec du thé et du pain. En Afrique orientale, il a longtemps été traditionnellement associé aux coutumes tribales, autant à titre de boisson symbolique que de cérémonie, pendant les mariages, les funérailles, les danses et autres fonctions.

Au Kenya, au cours des deux à trois dernières décennies, la consommation d'«uji» est passée d'environ 3 L par personne par jour à 0,2 L par personne par jour (Mbugua 1981) dans les régions urbaines. Cette diminution de la consommation est, croit-on, le résultat de plusieurs facteurs: le temps très long requis pour sa préparation, le manque de certaines céréales indispensables et la disponibilité de substituts moins coûteux et plus faciles à préparer comme le thé et le café. Aujourd'hui, on le consomme le plus souvent au petit déjeuner ou au déjeuner.

La production de l'«uji» L'«uji» de base peut être fait avec de la farine de maïs, de sorgho, de millet ou de manioc, ou un mélange de deux ou plusieurs de ces farines. Lorsqu'on mélange du maïs au sorgho, c'est généralement selon le ratio de 4:1. La céréale est réduite en farine et mélangée avec de l'eau pour former un bouillon à la concentration d'environ 30% pds/v. Ce bouillon (sans inoculation) est laissé reposer à une température de 25°C ou près d'un feu, où il fermente pendant un à trois jours, jusqu'à ce que l'acidité atteigne environ 0,3% (acide lactique). Il est ensuite dilué jusqu'à ce qu'il contienne environ 10% de matières solides, bouilli, de nouveau dilué jusqu'à contenir 4 à 5% de matières solides, parfois édulcoré avec du sucre et consommé pendant qu'il est encore chaud. Le pH du produit final est d'environ 3,8 à 4,4.

Il existe certaines variantes de ce processus dans différentes régions du Kenya. La suspension de céréales fermentées peut être séchée au soleil et la poudre granulée ensuite hydratée pour faire l'«uji», comme c'est le cas dans certaines régions de l'ouest du Kenya. Dans la Rift Valley du Kenya, la farine est humidifiée pour faire une pâte que l'on entoure de feuilles avant de la laisser fermenter dans le sol pendant trois à cinq jours, puis de la faire sécher au soleil. La poudre effritée qui en résulte est utilisée pour produire l'«uji». Dans le district de la rivière Tana, le maïs entier est broyé au mortier et au pilon, laissé en suspension dans l'eau avant d'en extraire l'épais sédiment. Ce sédiment humide est incubé pendant trois jours dans un endroit chaud et on l'ajoute ensuite à l'«uji» cuit, préparé à partir de la suspension surnageante. Dans certaines parties du centre du Kenya, un mélange de farines de millet et de maïs dans l'eau est incubé dans un endroit chaud pendant deux à trois jours. De petites portions de la solution fermentée sont prélevées chaque jour, en fonction des besoins, pour être de nouveau diluées et cuites. En général, le mélange de maïs et millet est préféré à la farine de maïs seule (Fig. 3).

La microbiologie de l'«uji» Les études microbiologiques des diverses farines utilisées pour faire l'«uji» ont révélé que les principaux constituants des farines de céréales sont les coliformes, les levures et les moisissures. Les lactobacilles ne sont qu'un ingrédient peu important (moins de dix organis-

mes/g de farine), quelle que soit la céréale étudiée. Pendant les premières 16 à 24 heures de fermentation spontanée, les coliformes sont prédominants. Les lactobacilles commencent ensuite à prédominer et suffisamment d'acide est produit pour provoquer une réduction du nombre total de coliformes. Lorsqu'on utilise du millet à la place du sorgho, les lactobacilles prédominent dans la fermentation depuis le début.

L'inoculation de l'« uji » avec des *L. mesenteroides* limite immédiatement la croissance des coliformes indésirables. De même, l'inoculation d'« uji » avec des cultures mixtes de lactobacilles isolées de l'« uji » fermenté entraîne une production rapide d'acide et l'inhibition des coliformes (Mbugua 1981). Dans la fermentation typique de l'« uji », les *L. plantarum* sont les espèces de lactobacilles prédominantes. La fermentation de l'« uji » exige de 32 à 40 heures et le pH final se situe entre 3,5 et 4. L'acidité totale du produit fini est de 0,55 à 0,62 % (acide lactique).

Le « kenkey » ghanéen

Au Ghana, la pâte de maïs sure est utilisée pour faire une variété de produits similaires, dont le plus populaire est le « kenkey », une boulette de maïs fermenté qui constitue l'aliment de base pour de nombreux Ghanéens, notamment dans les régions côtières. Le « kenkey » est formé en boule ou en cylindre et on l'entoure généralement de feuilles de maïs ou de plantain. Il existe de nombreuses variétés de « kenkey », différentes d'une tribu à l'autre; certaines variétés contiennent des additifs tels que du sel, du sucre ou de la patate douce; les types de « kenkey » varient également en forme et en méthode d'emballage. Bien que le maïs soit de loin le substrat préféré, le « kenkey » peut être fait entièrement à partir de sorgho.

La production du « kenkey » Dans la préparation du « kenkey », le grain de maïs décortiqué est d'abord nettoyé par vannage et soigneusement lavé. Il est ensuite mis à tremper pendant un à deux jours à environ 30°C, puis égoutté et pilé en farine. La farine est mélangée avec de l'eau pour former une pâte, puis laissée reposer dans des cuves pour y subir une fermentation spontanée pendant deux à trois jours. Lorsque les cuves où a eu lieu la dernière fermentation ne sont pas nettoyées, les résidus agissent comme des catalyseurs.

Avant d'être cuite, la pâte fermentée est divisée en trois parties égales. Une partie est mélangée à de l'eau et portée à ébullition pour former une bouillie épaisse appelée « aflata »; cette bouillie est ensuite ajoutée au reste de la pâte et le mélange est formé en boulettes qui sont enveloppées dans des feuilles et mises à bouillir dans de grandes casseroles en fer. La proportion du mélange de pâte fermentée et de pâte non fermentée peut varier selon le goût local (Fig. 4).

La microbiologie du « kenkey » Pendant les premières étapes de la fermentation du « kenkey », les champignons, notamment les *Aspergillus*, *Rhizopus* et *Penicillium*, et les bactéries à Gram négatif (qui au début ne sont pas nombreuses) commencent à disparaître. De neuf à 36 heures après le début de la fermentation, les streptocoques producteurs d'acides se

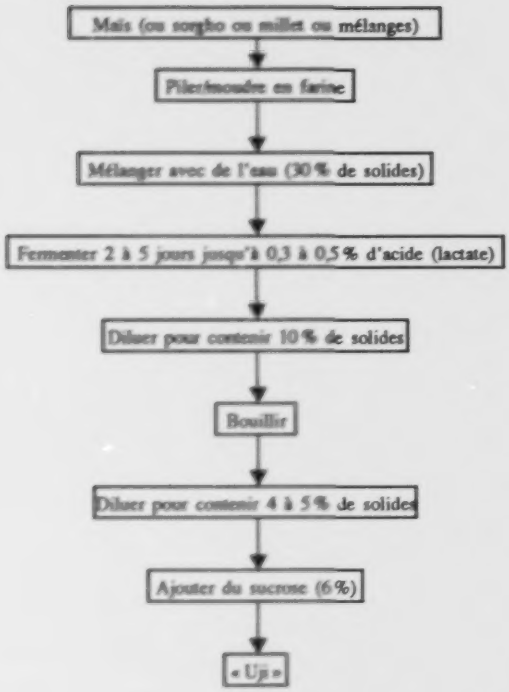

Fig. 3. La production d'« uji ».

multiplient rapidement. La population diminue rapidement à l'intérieur de la pâte lorsqu'elle a reposé pendant quatre jours environ. Sur la surface de la pâte, la population de streptocoques fluctue et atteint un sommet le quatorzième jour. Des *L. brevis* et d'autres lactobacilles, ainsi que des *Acetobacter* et des *Clostridium* ont été isolés de la pâte. Les levures sauvages, y compris les *Saccharomyces* commencent également à se développer sur la surface au bout du premier jour. À la fin du quatrième jour, une épaisse couche visqueuse de levures est décelable à la surface de la pâte. Ces levures forment apparemment les micro-organismes qui prédominent pendant la dernière étape de la fermentation. En ce qui concerne les bactéries, la plus commune que l'on retrouve est le *Pediococcus cerevisiae*. Des lactobacilles hétérofermentaires appartenant soit à l'espèce *L. mesenteroides* soit à *L. fermentum* ont également été observés.

Les changements biochimiques La production de « kenkey » suit étroitement la croissance des cocci à catalase négative, Gram positif. Les niveaux d'acidité s'élèvent rapidement à l'intérieur et à l'extérieur de la pâte ; au bout

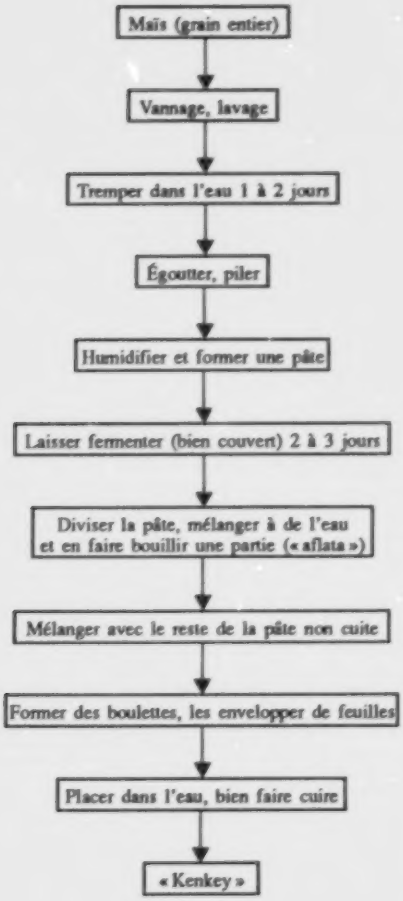

Fig. 4. La production de « kenkey ».

du deuxième jour, toutefois, l'acidité de surface a tendance à fluctuer. À l'intérieur de la pâte, le niveau d'acidité a tendance à s'uniformiser et à rester le même jusqu'au quatrième jour de fermentation. Pendant la fermentation, le pH à l'intérieur de la pâte baisse de 3,5 à 4,1. Sur la surface, le pH descend à 4,5 le deuxième jour de fermentation pour s'élever de nouveau par la suite.

Les propriétés organoleptiques Le « kenkey » possède une saveur et un arôme caractéristiques, fortement représentatifs des acides diacétyle, acétique et butyrique. La plus grande partie de son arôme vient des couches de surface de

la pâte. L'enveloppe du grain n'est pas touchée par la fermentation et c'est une bonne source de fibres. Le grain est en partie hydrolysé en un hydrate de carbone de poids moléculaire plus petit; cet hydrate de carbone se gélifie au point d'ébullition, ce qui peut rendre le produit plus digeste. Il est probable qu'en estérifiant les acides organiques et les alcools, les levures jouent un plus grand rôle pour donner au «kenkey» son arôme caractéristique. Diverses formes de «kenkey» sont largement utilisées pour alimenter les nourrissons et les jeunes enfants en Afrique de l'Ouest.

Les produits fermentés du manioc

Le manioc est utilisé comme aliment de base par des millions de gens. Bien qu'il ait une grande valeur calorique, il contient peu de protéines et d'autres éléments nutritifs importants. L'un des avantages à gagner de la fermentation du manioc est une augmentation de la valeur protéique.

Le «gari» de l'Ouest africain

Le «gari» est un aliment féculent fait de tubercules de manioc. Ces tubercules sont d'abord pelés, puis la pulpe est râpée. Le jus est ensuite extrait de la pulpe en la pressant dans des sacs de jute. Le reste de la pulpe est mis à fermenter naturellement pendant trois à quatre jours (Djien 1979). Le gâteau qui en résulte est chauffé sur une plaque chaude huilée; le produit granulé et jaunâtre que l'on obtient est appelé «gari» (Ngaba et Lee 1979). Un produit connexe – la farine de manioc – est obtenu en faisant tremper les tubercules entiers dans de l'eau pendant quelques jours, en les pelant et les coupant en morceaux, puis en les séchant jusqu'à ce qu'ils aient 13% d'humidité, avant de les broyer et de les tamiser.

Au Nigeria, le «gari» est principalement consommé sous forme de farine appelée «eba». On remue le «gari» dans de l'eau bouillante pour produire une pâte élastique semi-solide. Cette pâte est roulée à la main pour former des boulettes de 10 à 30 g trempées dans un ragoût ou une sauce contenant de la viande, des légumes, ou du poisson, et de l'huile de palme. C'est le repas de base de nombreux Nigérians et on le consomme au moins une ou deux fois par jour.

Au Burkina Faso, le manioc fermenté est parfois utilisé pour produire le «to», l'aliment de base du Burkina-be. Le «to» à base de manioc est consommé surtout dans le sud, où la production de manioc est la plus importante. Le «to» est également consommé sous forme de petites boulettes, formées avec les doigts et trempées dans une sauce de légumes ou de viande. Au Burkina Faso, la farine de manioc est de temps en temps utilisée pour faire des bouillies de sevrage pour nourrissons.

Dans certains pays de l'Ouest africain, le «gari» peut être consommé sans ragoût, notamment pendant la saison chaude. Il peut être mis à tremper dans de l'eau froide, additionné de sucre, de sel ou d'épices, ou consommé avec de la noix de coco ou autres aliments.

La préparation du «gari» Le «gari» est généralement préparé à la maison par les femmes des villages. La racine de manioc est le principal substrat. La peau extérieure brune et la couche intérieure blanchâtre du manioc sont retirées pendant le conditionnement. La partie charnue centrale est retirée et râpée pour former une fine pulpe. Celle-ci est placée dans des sacs de jute attachés et comprimés à l'aide de lourds poteaux, de pierres ou de morceaux de bois. Les sacs sont laissés à l'extérieur jusqu'à quatre jours pour permettre à la purée de s'égoutter et de fermenter.

La pulpe fermentée est à moitié séchée (60% d'humidité) et râpeuse. Elle est tamisée pour enlever les fibres grossières et les fins grains restants sont grillés dans des récipients en fer peu profonds. Cela permet de faire sécher la pulpe jusqu'à ce qu'elle contienne environ 20% d'humidité. Dans certaines régions, l'huile de palme est ajoutée pendant le rôtissage; cela donne au «gari» une couleur jaunâtre. Les grains grillés sont tamisés de nouveau et entreposés dans des bassines émaillées non couvertes (Fig. 5).

La microbiologie de la fermentation du «gari» La fermentation du manioc est principalement provoquée par les bactéries productrices d'acide lactique. Il a été trouvé que c'est le *Lactobacillus plantarum* qui produit le plus cette saveur caractéristique du «gari» dans la culture mixte. La fermentation du manioc semble suivre un processus de fermentation lactique typique. Bien qu'une variété de micro-organismes soit présents dès le début, à mesure que la fermentation progresse, la croissance des bactéries productrices d'acide prime sur celle des autres bactéries. La fermentation se produit à une température d'environ 35°C. En trois jours de fermentation naturelle, le pH du manioc frais passe d'environ 6,2 à 4. L'acidité titrable augmente d'un niveau initial d'environ 1,2 mg NaOH/g dans le manioc frais à environ 3,4 mg NaOH/g au bout de trois jours. Lorsque le *L. plantarum* est utilisé en tant qu'inoculum dans une fermentation contrôlée, le pH obtenu au bout de 36 heures est d'environ 3,6. Lorsqu'un *Streptococcus* sp. est utilisé, le pH final est d'environ 3,9. Lorsqu'une culture mixte de *L. Plantarum* et de *Streptococcus* est utilisée comme catalyseur, le pH final n'est jamais inférieur à 3,7. Par conséquent, il semble que le *Streptococcus* devrait être utilisé avec un puissant producteur d'acide.

Les produits fermentés du sorgho et du millet

Le sorgho et le millet sont des cultures de base dans de nombreux pays africains, notamment dans les régions les plus sèches. Bien que leur consommation ait été remplacée dans certains pays par le riz ou le maïs, le sorgho et le millet sont capables de s'adapter à une extrêmement grande variété de conditions écologiques et, ils demeurent, par conséquent, importants en Afrique, où ils sont utilisés dans un grand nombre de recettes traditionnelles.

Traditionnellement, le sorgho et le millet sont utilisés pour faire des bouillies épaisses ou claires ainsi qu'une grande variété de boissons fermentées, dont les bières locales. Le plus souvent, le sorgho et le millet sont une culture de subsistance. Toutefois, dans les régions où la production de bière est

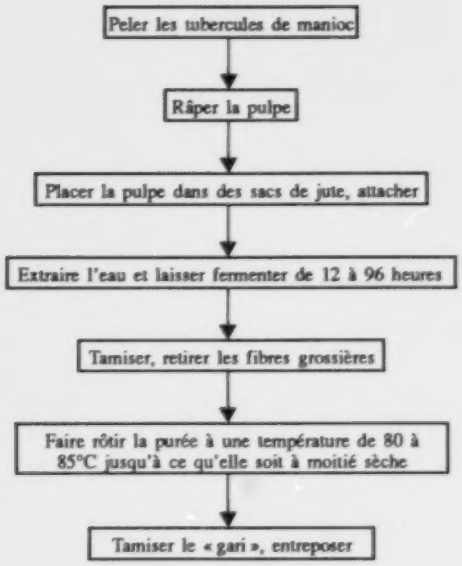

Fig. 5. La production traditionnelle de « gari ».

importante, le sorgho est produit commercialement et une grande partie de la production est destinée au marché. Certains des plats traditionnels décrits plus tôt (« uji », « ogi » et « kenkey ») peuvent être faits avec du sorgho, du millet ou un mélange de farines de ces céréales avec du maïs.

Le « Bogobe » (bouillie de sorgho) du Botswana

Le « Bogobe » est un plat traditionnel du Botswana, fait de farine de sorgho fermenté et non fermenté. Le « bogobe » fermenté, appelé « ting », est généralement consommé le matin et le soir. Le « bogobe » non fermenté, appelé « mosokwane », est consommé à midi. Le « ting » et le « mosokwane » peuvent tous deux être consommés avec des viandes ou des légumes.

Le « bogobe » est préparé à l'aide d'un levain obtenu en laissant fermenter une petite quantité de farine de sorgho dans de l'eau pendant 48 heures. Environ 30 g de levain sont mélangés avec 300 g d'une pâte de sorgho préparée en ajoutant de la farine de sorgho (appelée « bopi », de texture grumeleuse et provenant du grain décortiqué et vanné) dans un récipient à trois pieds à de l'eau bouillante salée et en faisant cuire pendant une heure environ, jusqu'à l'obtention d'une pâte épaisse. Lorsque le mélange est refroidi, la moitié est transférée dans un récipient en argile (utilisé pour la fermentation); souvent, des éléments fermentaires sont collés à l'intérieur de ce récipient. De 250 à 300 mL d'eau tiède sont ajoutés au mélange de levain et de pâte. Ce mélange

est remué pour produire un bouillon, puis il est couvert et mis à fermenter pendant 24 heures. Pour faire la bouillie, la farine fermentée est cuite de 12 à 15 minutes en remuant fréquemment, dans 1,5 L d'eau bouillante. Le «Mosokwane», la bouillie non fermentée, est faite d'une mesure de pâte de sorgho pour quatre mesures d'eau. La farine est cuite de 20 à 30 minutes en remuant fréquemment (Boling et Eisener 1981).

Le «nasha» (bouillie de sorgho) du Soudan

Le «Nasha» est une bouillie traditionnelle du Soudan faite de sorgho et de millet fermentés. Bien qu'elle soit consommée par les Soudanais de tous les groupes d'âge, elle est plutôt considérée comme un aliment pour nourrissons. La fermentation est alcoolique et lactique. Les micro-organismes qui jouent un rôle dans la fermentation ont été identifiés (Monawar et Badi 1986); il s'agit des bactéries productrices d'acide lactique *Streptococcus*, *Lactobacillus* ainsi que des levures, *Candida sp.* et *Saccharomyces cerevisiae*. Bien que certains chercheurs du Soudan aient constaté que la charge microbienne atteint son maximum au bout de six heures, la fermentation traditionnelle dure environ 12 heures, produisant la saveur préférée. Après 12 heures de fermentation à 40°C, le pH baisse à environ 3,7. Une fermentation d'une plus longue durée (24 heures) donne un pH plus élevé (4). Le goût acide est plus acceptable pour les Soudanais, en particulier chez les enfants malades. On pense que le goût acide stimule les papilles gustatives des enfants malades; on ajoute parfois du jus de citron pour accroître l'acidité (Monawar et Badi 1986).

L'«Obusera» (bouillie de millet) de l'Ouganda

L'«Obusera» est une bouillie fermentée traditionnelle faite de millet. Il existe trois grandes variations dans la préparation de l'«obusera». Les méthodes diffèrent selon les agents utilisés pour la fermentation. La méthode la plus simple utilise comme agent la farine de millet germé. Les graines de millet sont mises à tremper dans l'eau durant la nuit; le lendemain, elles sont retirées et laissées à germer dans un contenant, généralement des feuilles de bananes. La germination prend environ quatre jours, ou moins si le millet est exposé au soleil. Pendant tout le temps que dure la germination, le millet doit être gardé humide. Une fois la germination complétée, le millet est parfaitement séché et moulu, il est ensuite entreposé dans un endroit sec, prêt à être utilisé.

Pour faire l'«obusera», on prépare d'abord une bouillie de millet très épaisse, cuite pendant longtemps. Une croûte se forme à la surface et on laisse alors la bouillie refroidir. Lorsqu'elle est à température ambiante, on ajoute la farine de millet germé. On mêle bien le tout jusqu'à ce que le mélange se défasse et se liquéfie. Lorsqu'il est refroidi, on le met dans le contenant à partir duquel il sera utilisé. On le laisse fermenter pendant deux jours, et on le consomme le troisième jour. Le quatrième jour, le breuvage commence à surir et on peut l'édulcorer avec du sucre.

Selon un autre mode de préparation, une pâte de farine de millet non germé est utilisée comme agent de fermentation. On fait une pâte épaisse que l'on enveloppe dans des feuilles de bananes pour la faire cuire dans les cendres chaudes d'un foyer. On la laisse jusqu'à ce qu'elle soit sèche sur le

dessus et complètement cuite (environ 30 minutes). L'« obusera » est ensuite préparé de la manière décrite ci-haut. Une fois la bouillie de millet cuite et refroidie, la croûte de l'agent est écrasée et la pâte cuite brisée en petits morceaux. On les ajoute à la bouillie, en remuant, puis on laisse refroidir le tout avant de le transférer dans le contenant de fermentation.

Une troisième variante plus complexe de l'« obusera » emploie du jus de bananes comme agent de fermentation. Les bananes mûres sont écrasées avec de l'herbe d'éléphant jusqu'à obtention de jus. On ajoute un peu d'eau, on fait bouillir le jus, puis on le laisse refroidir avant de le mélanger à la bouillie de millet cuite. Cet « obusera » peut être préparé le soir et consommé le lendemain. Il est très sucré et sa saveur est agréable; le troisième jour, toutefois, il devient alcoolisé. L'« obusera » fait de jus de bananes est très populaire dans certaines parties de l'Ouganda. Puisqu'il a été longuement bouilli et se trouve, par conséquent, exempt de germes, il est considéré comme une excellente boisson. Il est particulièrement populaire auprès des chrétiens en tant que substitut non alcoolique de la bière.

L'« obusera » est considéré comme une boisson très nutritive et revigorante. Dans les tribus Banyoro, Batooro et Acholi, il est utilisé pour nourrir les enfants de tous les âges, les malades ainsi que les femmes prêtes à se marier. Étant donné qu'il n'est pas nécessaire de le préparer souvent, on le préfère à la bouillie ordinaire. De saveur rafraîchissante, il est très populaire auprès des travailleurs agricoles, notamment à l'époque des durs travaux, comme ceux de la plantation et du ramassage du coton. Puisque cette bouillie ne s'abîme pas, on peut en faire suffisamment pour durer quatre à cinq jours et les travailleurs peuvent en emporter avec eux dans les champs.

Malgré la popularité de l'« obusera », les méthodes traditionnelles employées pour le préparer sont de moins en moins populaires, sans doute parce qu'elles exigent beaucoup de temps et de travail. Les boissons plus faciles à préparer, comme le thé ou le lait, remplacent fréquemment l'« obusera ».

Au Rwanda, une bouillie semblable est préparée à base de sorgho et de millet. Pour produire l'agent, on fait germer le millet, puis on le moud en farine. On ajoute ensuite celle-ci à la bouillie de millet décrite précédemment. Ce mélange sert à nourrir les jeunes enfants et les malades; on a constaté que les enfants malades étaient capables de boire cette bouillie; il leur est donc plus facile de la consommer que celle qui n'est pas fermentée.

Le « njera » (d'Éthiopie)

Cette céréale est d'abord préparée sous forme d'une crêpe froide que l'on déchiquette et que l'on mélange avec de l'eau avant de la laisser fermenter. Le « njera » est considéré comme convenant particulièrement bien à l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants.

Les effets de la fermentation sur les aliments

On connaît peu de choses des effets précis du procédé de fermentation sur les propriétés organoleptiques des aliments; ces propriétés sont le goût, la viscosité et la digestibilité. Toutefois, dans les pays où les produits fermentés sont populaires, notamment les bouillies, il existe d'abondants rapports anecdotiques sur la préférence des gens pour les produits fermentés. En Afrique, la saveur acide «mordante» des produits fermentés est probablement la caractéristique qui en fait la popularité.

Il est évident que la saveur est un déterminant puissant dans la désirabilité des produits fermentés à en juger par la durée stricte de fermentation employée pour la plupart des produits. Les procédés traditionnels de fermentation ont évolué de telle manière que ceux qui préparent les aliments peuvent obtenir exactement la saveur acide caractéristique qu'ils recherchent. Celle-ci correspond presque toujours à un pH et à une acidité titrable se situant dans une gamme très étroite (généralement un pH de 3,4 à 3,8). Un pH de valeur supérieure ou inférieure à cette gamme donne un produit inacceptable. Pour obtenir ce niveau d'acidité, un important facteur de contrôle est la durée de la fermentation (généralement un à trois jours).

Une deuxième caractéristique des produits fermentés qui peut expliquer leur popularité est leur faible viscosité. Bien que cette propriété soit rarement reconnue en elle-même, les gens déclarent souvent que les produits fermentés sont plus nourrissants et plus satisfaisants que les préparations non fermentées. La faible viscosité qui résulte du procédé de fermentation peut être due à la présence de l'acide lactique ou de l'acide acétique, ou à la décomposition des molécules d'amidon, ou aux deux, selon le produit. La modification de la structure de l'amidon peut se produire à la suite d'une activité enzymatique accrue (par ex. de l'amylase), comme l'ont montré les études des aliments de sevrage utilisant de la farine de céréales germées. Une telle modification entraîne une fixation hydrique réduite dans les gruaux. Pour un volume et une consistance donnés, on obtient un produit d'une plus grande valeur énergétique et nutritive. Les études de laboratoire faites sur les produits fermentés tels que l'«ogi» et l'«uji» indiquent fortement que, dans le procédé de fermentation, des micro-organismes particuliers sont responsables de l'activité amylolytique accrue; des enzymes sont sécrétés qui convertissent les éléments nutritifs de réserve des aliments en éléments facilement utilisables. Dans les régions où le régime alimentaire de base consiste en gruaux féculents et bourratifs, de faible valeur nutritive, la faible viscosité est de première importance dans l'alimentation des enfants.

Dans certaines sociétés (par ex. Ouganda et Rwanda), les aliments de sevrage comme l'«obusera» sont préparés au moyen d'une combinaison de germination et de fermentation; la bouillie qui en résulte a une faible viscosité, une haute valeur nutritive ainsi que la saveur acide désirable. Les mécanismes par lesquels le procédé de fermentation réduit à lui seul la viscosité de la bouillie, n'ont pas été minutieusement étudiés. Il est probable qu'un processus biochimique soit en jeu, semblable à celui qui se produit avec

l'usage de céréales germées dans la cuisson. Toutefois, les études examinées jusqu'à présent n'ont pas traité minutieusement l'effet combiné des micro-organismes, de la fermentation, de la température, du contenu hydrique, de l'acidité, etc., sur la réduction de la viscosité. La plupart des bouillies fermentées ont une texture lisse (c.-à-d. sans coques ni fibres) et elles ont la réputation d'avoir une grande concentration d'éléments nutritifs.

Une troisième caractéristique intéressante est l'effet du procédé de fermentation sur la digestibilité. Une observation au niveau du village, ainsi que des rapports sur les bouillies acides, en majorité non publiés, indiquent que la fermentation améliore véritablement la digestibilité des protéines et des autres éléments nutritifs présents dans les céréales. On dit dans certaines régions d'Afrique que donner aux enfants malades des bouillies fermentées améliore leur appétit et les aide à guérir plus vite. Ces taux de guérison améliorés seraient attribués à une combinaison d'apport énergétique et de digestibilité protéique accrus. Dans une étude (utilisant des animaux de laboratoire) sur la digestibilité pepsique des protéines du sorgho et d'autres céréales de base, il a été démontré que la transformation du millet en un produit fermenté pour nourrissons appelé «nasha» (fait au Soudan) augmentait la digestibilité pepsique à un niveau proche de celui du blé, du maïs et du riz. La transformation du sorgho en «nasha» améliorait également la digestibilité, bien que dans une mesure moindre (Mertz et al. 1984).

Bien que la fermentation semble avoir un effet favorable sur la digestibilité protéique, la mesure dans laquelle cet effet se manifeste varie d'une céréale à l'autre; il peut de fait dépendre de l'état nutritionnel du sujet (Mertz et al. 1984). L'étude d'Hamad et Fields (1979) sur la digestibilité des protéines des céréales fermentées et germées vient confirmer cet effet. Ces auteurs ont trouvé que la fermentation augmentait considérablement le pourcentage de la valeur nutritionnelle relative (VNR) ainsi que les taux de lysine disponibles dans le millet, le maïs, l'avoine, le riz et le blé. Ils ont également constaté que les augmentations du pourcentage de la VNR (c.-à-d. de la qualité protéique) étaient comparables à celles obtenues avec la germination ou la fermentation. Bien qu'on ait étudié les effets du processus de germination sur la digestibilité, il faut d'autres études comparatives du type de celle réalisée par Hamad et Fields. En ce qui a trait à la digestibilité des éléments nutritifs, Rajalashami et Ramakrishnan (1977) ont trouvé qu'une combinaison de germination et de fermentation sera probablement plus avantageuse que l'un ou l'autre de ces procédés utilisés séparément.

Les effets du procédé de fermentation sur les propriétés antimicrobiennes des aliments ont été pratiquement négligés dans les ouvrages étudiés. Bien qu'il existe de nombreux rapports sur les activités antimicrobiennes et sur les exigences de croissance de divers micro-organismes, ainsi que sur la croissance des micro-organismes pendant la fermentation, la manière dont la fermentation en soi influence les caractéristiques antimicrobiennes d'un produit fermenté reste apparemment un domaine inexploré. Sur le plan de l'alimentation infantile, l'effet possible de la fermentation sur la survie et la prolifération des agents pathogènes diarrhéiques dans les aliments présente un intérêt capital.

Usages précis des produits fermentés et germés

L'un des aspects les plus importants d'une étude sur les bouillies fermentées est celui de leurs usages et effets précis dans diverses cultures. Bien que les produits fermentés aient été développés et soient populaires pour leurs caractéristiques extérieures et leur capacité de conservation, dans de nombreuses sociétés, il ne fait aucun doute qu'ils sont utilisés pendant des périodes de vie particulières, comme la petite enfance, ou pendant les maladies. Les chercheurs, lorsqu'ils améliorent ou font valoir les produits fermentés, devraient tenir compte de ces usages particuliers.

Dans un grand nombre de pays africains, les bouillies fermentées sont fréquemment utilisées comme produits de sevrage pour les jeunes enfants. L'« ogi » du Nigeria, l'« uji » du Kenya, le « bogobe » du Botswana, le « nasha » soudanais, et l'« obusera » de l'Ouganda et du Rwanda, sont tous utilisés expressément (mais pas exclusivement) pour nourrir les bébés. On prétend que la saveur acide de la bouillie fermentée stimule l'appétit des bébés malades. En raison de sa consistance lisse et (dans de nombreux cas) de sa faible viscosité, la bouillie fermentée peut offrir un avantage nutritionnel considérable par rapport à la bouillie non fermentée. Cet avantage peut venir d'une augmentation de la valeur calorique par volume unitaire consommé par le nourrisson, et d'une consommation accrue en raison d'un meilleur appétit. Le procédé de fermentation lui-même peut améliorer la valeur nutritionnelle des matières premières utilisées, comme l'ont montré les études sur la bouillie de sorgho de la Tanzanie, sur le « nasha » soudanais et autres bouillies de céréales (Hamad et Fields 1979 ; Mosha et Svanberg 1983 ; Mertz et al. 1984). Rajalashami et Ramakrishnan (1977) ont constaté que la fermentation utilisée avec la germination produit une bouillie de valeur nutritionnelle égale ou supérieure à celle de la bouillie non fermentée.

Les aliments fermentés sont utilisés à des fins autres que l'alimentation infantile. En raison de sa saveur rafraîchissante et de sa facilité de transport, le « mahewu » de l'Afrique australe est très populaire auprès des travailleurs industriels. Le « kenkey » ghanéen et l'« obusera » ougandais sont tout autant appréciés des travailleurs agricoles. Parce que l'on croit qu'il stimule la production de lait, l'« uji » du Kenya est donné traditionnellement aux mères allaitantes. Les produits fermentés sont utilisés dans de nombreux pays africains à des fins symboliques et cérémonielles. Quelques-uns seulement des nombreux usages ont été rapportés dans les écrits.

Les boissons et aliments traditionnels sont encore préparés, notamment dans les régions rurales ; cependant, cette pratique perd du terrain. Bien que la préparation de ces aliments ne soit pas compliquée, elle est souvent laborieuse et prend du temps. Alors que les femmes des régions rurales émigrent dans les villes et entrent sur le marché du travail salarié, elles ont de moins en moins le temps de préparer des aliments fermentés. De plus, alors que les produits et les idées des pays occidentaux sur la modernité se répandent de plus en plus dans les sociétés traditionnelles, il est possible que certaines pressions commerciales soient exercées contre l'usage des produits fermentés.

Dans les régions urbaines, des succédanés plus pratiques et peu coûteux, comme le thé et le lait, peuvent remplacer la bouillie fermentée. Malheureusement, cela pourrait avoir un effet nocif dans les régions où l'état nutritionnel de certaines populations est déjà précaire. Il est donc important d'acquérir des connaissances plus précises sur les avantages que présentent les produits fermentés au plan nutritionnel, ainsi que sur leur acceptabilité du point de vue culturel. Les chercheurs pourront alors améliorer et faire valoir les produits fermentés traditionnels.

Les problèmes nutritionnels

Il conviendrait de tenir compte d'un certain nombre de facteurs associés aux produits décrits dans les sections précédentes. Les variétés de sorgho à haute teneur en tanin qui ont la précieuse propriété de résister aux oiseaux inhibent, dans une certaine mesure, le processus amylolytique de la germination. La teneur en tanin peut être réduite par un traitement alcalin. Le grain de sorgho entier, sans germination, a une teneur azotée relativement faible et il n'est pas facilement digéré par les jeunes enfants (McLean et al. 1981). Il n'existe aucune information sur la mesure dans laquelle la germination influe sur la digestibilité. Au moyen d'un essai in vitro où l'effet des tanins est éliminé, Axtell et al. (1981) montrent que la digestibilité du sorgho est satisfaisante.

La question de la toxicité en raison du cyanure contenu dans les céréales et le manioc doit être prise en considération. Il existe une différence considérable entre les teneurs en cyanure de différentes variétés. Panaswick et Bills (1984) ont indiqué que les niveaux toxiques ne sont pas réduits par la germination. Toutefois, des travaux plus récents de Dada et Dendy (1987) montrent que la teneur en cyanure du sorgho (454 ppm de cyanure sous forme d'acide HCN) pourrait être réduite de plus de 96% pendant le rôtissage à 180°C, et réduite de 70% pendant la fermentation. Les niveaux résiduels sont considérés comme étant sans danger. Un procédé utilisé à une certaine époque en Tanzanie est décrit par Anderson (1944): les racines humides de manioc étaient empilées dans un endroit obscur jusqu'à ce que des moisissures se développent. Toutefois, les changements dans la teneur en cyanure n'ont pas été rapportés. Raymond et al. (1941) ont décrit l'usage, également en Tanzanie, de farine de manioc obtenue par pilage après fermentation; toutefois, il existe peu d'information disponible sur la manière dont la technique ménagère de transformation des aliments influe sur la teneur en cyanure.

Wang et Fields (1978) ont étudié certains avantages nutritionnels des aliments fermentés à la maison. Ces avantages sont considérables; cependant, il sera essentiel de tenir compte des problèmes associés à la toxicité de ces aliments, surtout si l'on envisage de lancer dans quelque région que ce soit certains aspects précis de la technologie alimentaire. Il est probable que ces problèmes auront surtout trait aux aflatoxines et au cyanure.

Les usages médicinaux

Il est évident que les effets positifs sur la santé ou les vertus curatives de ces produits font l'objet d'une croyance bien répandue. Les produits fermentés ont la réputation d'avoir une action galactagogue (stimulant la production de lait maternel), de protéger les enfants contre la malnutrition et d'être, en règle générale, utiles aux malades et aux convalescents. Ces dernières années, un enthousiasme accru s'est manifesté à l'égard de la thérapie de réhydratation orale au moyen de céréales (TRO) dans le traitement de la diarrhée. Les hydrates de carbone à longue chaîne sont hydrolysés en disaccharides au cours des diverses réactions métaboliques qui prennent place au cours de la préparation des aliments ainsi que par l'amylase pancréatique. Les disaccharides sont ensuite hydrolysés par les enzymes de la bordure en brosse de la muqueuse jéjunale. Le glucose disponible stimule l'absorption du sodium et de l'eau par les entérocytes. La TRO à base de céréales a été effectuée avec l'utilisation de riz, de maïs et de sorgho. Il a été suggéré que le produit fermenté ou germé pouvait servir à faire des solutions de réhydratation orale à la maison; toutefois, ce fait n'a pas été évalué. Ce dont il faut tenir compte, en ce qui a trait à toute solution faite à la maison, c'est de la possibilité d'induction de la diarrhée osmotique par des quantités excessives de sucre. Quoi qu'il en soit, la valeur de ces solutions pourrait être considérable et il est nécessaire de faire des essais minutieux.

Les céréales fermentées et la diarrhée

Les causes microbiennes de la diarrhée aiguë

Au cours des dix dernières années, les méthodes de laboratoire de dépistage des pathogènes diarrhéiques ont permis d'identifier les causes de la plupart des cas de diarrhée chez les nourrissons et les jeunes enfants (Sack 1973; Echeverria et al. 1975; Sack et al. 1975; Black et al., 1981; Gross 1983; Tomkins 1983b; Guerrant 1985). Les *Campylobacter* sp., *Shigella* sp., *Salmonella* sp., *Vibrio cholerae*, *E. coli* entéro-toxinogènes, toxines soit stables soit labiles, *E. coli* entéro-pathogènes, *E. coli* entéro-invasifs et *Aeromonas* sp. sont les bactéries qui provoquent le plus couramment la diarrhée. Les *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*, *Capillaria* et *Trichuris* sont les parasites qui provoquent le plus souvent la diarrhée. Les rotavirus et l'agent Norwalk sont les virus qui provoquent le plus couramment la diarrhée. La gamme des symptômes cliniques – allant de la diarrhée aqueuse bénigne à la diarrhée déshydratante grave ou dysenterie – dépend du type et de la dose infectieuse de l'organisme. Tomkins (1986d) a trouvé que la réaction clinique est modifiée par l'état nutritionnel de l'hôte; la maladie a tendance à être plus grave et persistante en présence d'une malnutrition protéocalorique.

L'origine des microbes

Plusieurs études ont montré que les produits de sevrage ainsi que l'eau sont d'importantes sources d'entéro-pathogènes (Rowland et al. 1978; Jiwa et al. 1981; Mathus et Reddy 1983; Lloyd-Evans et al. 1984). La contamination des bouillies se produit lors de la première étape de préparation, avec l'addi-

tion d'eau contaminée. La situation peut être aggravée par le transfert de microbes par ceux qui manipulent les aliments à des étapes ultérieures de la préparation alimentaire. En outre, la haute température ambiante dans de nombreuses collectivités tropicales, ainsi que les longues durées d'entreposage, peuvent contribuer au niveau élevé de contamination microbienne. Le réchauffage des aliments peut permettre le développement et la libération par certains organismes de toxines responsables des empoisonnements alimentaires. Enfin, les mouches peuvent transmettre un grand nombre d'agents pathogènes diarrhéiques, notamment les *Shigella*.

La contamination microbienne des produits fermentés

Une partie de la somme considérable d'information disponible sur les caractéristiques microbiennes des produits fermentés a été résumée dans la section précédente. Toutefois, il existe remarquablement peu de renseignements sur l'un des aspects du sujet: c'est-à-dire sur la présence des organismes pathogènes diarrhéiques dans les produits fermentés préparés à domicile, où les conditions sanitaires, l'approvisionnement en eau et l'hygiène sont insatisfaisants. Les occasions de contamination microbienne des produits fermentés sembleraient être considérables. L'entreposage des aliments pendant le processus de fermentation à une température suffisamment élevée pour permettre aux réactions microbiennes de se produire, fournit visiblement un milieu idéal pour la croissance et le développement d'un grand nombre d'agents pathogènes diarrhéiques.

D'autre part, certaines caractéristiques du procédé de fermentation peuvent inhiber la croissance des agents pathogènes diarrhéiques. Premièrement, il est fort possible que la forte acidité des produits fermentés (donnant un pH de 3,5 à 4) inhibe certaines bactéries. Deuxièmement, les hauts niveaux d'acides gras volatiles (butyrique, propionique et acétique) peuvent être inhibiteurs; il est bien établi que les *Shigella* sp. sont inhibées in vitro en présence de hauts niveaux de ces composés. Troisièmement, des travaux antérieurs ont indiqué que certains éléments chimiques produits au cours de la fermentation avaient une action antimicrobienne. Malheureusement, il existe peu de données dans les ouvrages publiés pour confirmer ces déclarations (Wang et al. 1969; Pulusani et al. 1979; Nyako et al. 1982). En l'absence d'études approfondies sur la qualité microbiologique des céréales fermentées préparées à la maison, il n'est pas possible à l'heure actuelle de dire si les produits fermentés sont plus sûrs, sur le plan microbiologique, que les produits non fermentés.

Utilisation des produits fermentés pendant la diarrhée

De nombreuses études ont montré le rôle important de la diarrhée dans l'aggravation de la malnutrition protéocalorique et des carences nutritives individuelles (Tomkins 1968a). L'impact le plus important de la diarrhée se manifeste sur l'apport nutritif. Bien que la consommation de lait maternel se poursuive habituellement même en cas de diarrhée grave, la consommation d'aliments solides est souvent réduite de 30% ou plus. De nombreuses raisons culturelles, cliniques ou biochimiques expliquent cette consommation réduite. L'usage de produits fermentés a été déclaré bénéfique en Tanzanie (Mosha 1984) et en Indonésie. Divers rapports concluent que les produits fermentés, en raison de leur viscosité réduite, leur plus grande densité énergétique et de leur

texture et leur saveur appétissantes, pouvaient présenter un avantage nutritionnel considérable; toutefois, il n'existe pas suffisamment d'écrits publiés sur le sujet pour nous permettre de conclure que la consommation de produits fermentés par les enfants malades ou en bonne santé entraîne un plus grand apport protéo-calorique que la consommation de produits non fermentés.

Des commentaires favorables sur l'usage du soja fermenté («tempeh») en Indonésie ont été offerts par des sujets souffrant de diarrhée et observés pendant et après la Seconde Guerre mondiale. Plus récemment, une étude sur le traitement d'enfants souffrant de diarrhée persistante et de malnutrition protéocalorique a montré une réduction de la durée de la diarrhée chez les enfants recevant une formule de réhydratation orale à base de «tempeh». Toutefois, il n'existe aucune information sur l'effet des céréales fermentées sur la fonction intestinale ou sur le rétablissement nutritionnel suite à la diarrhée.

Certaines préoccupations sont apparues sur le fait que l'usage de produits fermentés pouvait gêner l'absorption de l'eau et des électrolytes stimulés par les solutions de réhydratation orale administrées dans le cas des diarrhées aiguës. Il n'existe aucune donnée publiée pour confirmer ou réfuter cette possibilité; cependant, les processus hydrolytiques qui prennent place pendant la fermentation entraînent la production de dextrines, de disaccharides et de monosaccharides. De ce fait, par analogie avec l'«eau de riz» et l'«eau de maïs» (des substances à l'efficacité prouvée dans la réhydratation), il est possible de prédire que les céréales fermentées stimuleraient véritablement l'absorption intestinale de l'eau et, le cas échéant, des électrolytes. Toutefois, cela ne serait pas nécessairement le cas en présence d'une teneur en sucre élevée de la céréale fermentée. Les études portant sur la circulation hydrique dans les intestins montrent que l'absorption fluidique optimale est réalisée avec une concentration en sucre de 1,5 à 2%. Si des concentrations de plus de 3% sont utilisées, l'effet osmotique est tel que la sécrétion est stimulée et que les volumes fécaux augmentent. Des études cliniques simples mais minutieuses sont nécessaires pour résoudre cette question de l'effet des produits fermentés sur la sécrétion intestinale.

Reste encore à savoir si les produits fermentés sont mieux absorbés que les produits non fermentés. Des études limitées en laboratoire (Mosha 1984) ont montré une biodisponibilité accrue d'un certain nombre d'éléments nutritifs lorsque des produits fermentés sont administrés à des animaux de laboratoire; aucune étude portant sur des êtres humains n'a été rapportée. Néanmoins, lorsque des produits fermentés entrent dans l'intestin, l'hydrolyse bactérienne et la réduction du contenu fibreux peuvent fort bien contribuer à une plus grande absorption.

Attitudes à l'égard de l'usage de produits fermentés

Quels que soient les avantages ou les inconvénients des produits fermentés, leur usage sera limité en raison des croyances qui règnent quant à leur valeur. Récemment, au cours d'une visite à un certain nombre de centres de l'Ouganda, il est devenu évident qu'il existe un profond désaccord entre les mères et les professionnels de la santé (et plus parmi ces derniers) quant à la valeur

des produits fermentés. De nombreuses personnes les considèrent d'excellents aliments pour les jeunes enfants, que ceux-ci soient en bonne santé ou malades; d'autres émettent certaines réserves. En l'absence d'étude anthropologique sur les coutumes et les croyances, il semble prématuré de recommander sans réserve l'usage des produits fermentés.

Les thèmes de recherche Il existe plusieurs domaines où une absence fondamentale d'information décisive, plutôt que d'expériences anecdotiques, limite notre capacité à endosser en toute confiance le lancement des techniques alimentaires ménagères. Cette section a pour but de soulever des questions demeurées sans réponse, d'examiner où en est la recherche sur ces points et de proposer des études précises.

L'apport alimentaire peut-il être amélioré par certaines techniques ménagères? Il est habituellement supposé que les principaux problèmes de la grande viscosité, de la faible densité énergétique et de la biodisponibilité limitée peuvent être améliorés par des techniques alimentaires ménagères. Les études sur les apports alimentaires effectuées en Tanzanie (rapports du projet de programme commun d'aide alimentaire d'Iringa) indiquent que la FE (comme dans «l'ugi-kimea», où de la farine de maïs a été hydrolysée par l'addition d'une céréale germée) est associée à la consommation d'une plus grande quantité d'aliments. Ces travaux exigent d'être confirmés; les enfants qui ont reçu la bouillie ordinaire à base de sorgho, de millet ou de maïs devraient être attentivement appariés en fonction de l'âge, de l'état nutritionnel et de l'état de santé avec les enfants qui ont reçu des bouillies à consistance modifiée sous l'action amylolytique de la céréale germée ajoutée; des mesures attentives des rations alimentaires des deux groupes devraient ensuite être prises. Dans l'idéal, ces études évalueraient si l'apport alimentaire est touché tout le reste de la journée; une grande consommation de bouillie du genre FE pendant un repas pourrait diminuer l'appétit aux repas suivants. Même des études limitées des prises alimentaires lors de chaque repas seraient utiles.

On prétend parfois que le processus de fermentation confère des avantages organoleptiques (tels qu'une saveur plus forte en raison du pH réduit, de la plus grande acidité titrable et des niveaux accrus d'acides gras volatiles). Là encore, il sera important de comparer les apports alimentaires des enfants qui consomment des produits fermentés avec ceux des enfants qui consomment des bouillies «normales» non fermentées.

Une autre chose à considérer est l'effet de l'addition de jus aux bouillies, comme le jus de limette et de tamarin. On a soutenu que le jus de limette aiguisait l'appétit. Que ce soit vrai ou faux, ou que cela se produise en raison d'un effet organoleptique ou d'une hydrolyse accrue des aliments, ou des deux, n'est pas confirmé. Là encore, les mesures des prises alimentaires seraient utiles.

Toutes ces études sont importantes; cependant, elles seront difficiles à réaliser. Elles exigent la pesée des bols d'aliments avant et après les repas et le prélèvement de petites quantités d'aliments aux fins d'analyse en

laboratoire. De telles études devraient être effectuées avec un minimum de perturbation sociale. Il est probable que l'établissement d'un rapport de confiance entre l'enquêteur et la collectivité ainsi que des occasions de vérifier les mesures «sur les lieux» sans influencer notablement le processus d'alimentation seront des conditions préalables. Les endroits possibles pour se livrer à de telles études devraient être examinés soigneusement et d'un oeil critique.

Une autre approche consisterait à effectuer ces mesures auprès d'enfants qui sont modérément sous-alimentés (60 à 80 % du poids normal pour l'âge), et qui participent déjà à une forme ou une autre de programme de nutrition; dans ces cas, il serait possible de mesurer l'apport alimentaire sur de grandes périodes de temps. Bien que de tels programmes puissent inclure des garderies de jour, les problèmes administratifs seraient toutefois considérables. En outre, contrôler l'apport alimentaire une fois que l'enfant est rentré chez lui pour le reste de la journée et pour la nuit serait problématique. Une alternative serait d'étudier les enfants qui sont en résidence (centres de réadaptation nutritionnelle ou pavillons pédiatriques). L'intervalle de temps entre la disparition de l'oedème ou le début de la croissance de rattrapage (ou des deux) et la sortie de l'unité de réadaptation nutritionnelle pourrait être un moment idéal. Comme dans toutes les études déjà citées, il est nécessaire d'apparier très attentivement les enfants en fonction de l'âge, de l'état nutritionnel, de l'état de santé (notamment en ce qui a trait à la diarrhée), ainsi que du type d'alimentation.

Le mode de préparation alimentaire peut-il influer sur la survie des organismes pathogènes diarrhéiques? Si l'on se fonde sur certains ouvrages, on peut supposer que de nombreux produits de sevrage sont extrêmement contaminés par les agents pathogènes diarrhéiques, dont les plus importants sont les *Shigella* sp., *Campylobacter* sp., *ETEC*, *EIEC*, *EPEC*, *Aeromonas* sp., *Bacillus cereus*, rotavirus, *Giardia lamblia*, et *Entamoeba histolytica*. L'hypothèse est que certains procédés de préparation alimentaire fournissent un milieu qui inhibe le développement de ces agents pathogènes. Des études limitées (rapports oraux) au Kenya et au Lesotho indiquent qu'il est possible que les bouillies fermentées inhibent certaines bactéries. Cependant, un domaine important d'étude est l'effet du mode de préparation alimentaire (notamment la fermentation et l'addition de jus de fruits acides) sur la survie et la multiplication d'une inoculation des organismes pathogènes sus-mentionnés en nombre susceptible de provoquer une maladie diarrhéique. Il convient de prêter attention aux effets possibles de l'inoculation de tels organismes à différentes étapes du processus de préparation alimentaire. Un organisme pathogène diarrhéique, par exemple, inoculé à la dose appropriée, survit-il mieux s'il est inoculé à la première étape de la fermentation que si on l'ajoute lorsque les changements métaboliques se sont déjà produits? Ces études exigent les services de microbiologistes habiles et expérimentés disposant de l'équipement et du milieu approprié pour la culture, l'identification et la quantification des agents pathogènes diarrhéiques déjà décrits. Il est nécessaire que de tels centres soient reconnus.

Des études portant sur des aliments préparés dans des conditions normalisées en laboratoire devraient être accompagnées des mesures des niveaux de

contamination par les organismes pathogènes diarrhéiques des échantillons alimentaires recueillis dans les familles. En raison du besoin de mettre sous plaque et d'incuber ces échantillons aussitôt que possible après qu'ils ont été recueillis, ces études devront être effectuées près des laboratoires. En pratique, cela signifie identifier les familles qui préparent leur nourriture selon les techniques décrites dans les sections précédentes. Les comparaisons entre les « niveaux de contamination » que présentent les différents groupes préparant les aliments devront tenir compte des différents niveaux d'hygiène personnelle, de conditions sanitaires, d'approvisionnement en eau, etc. La sélection de familles appropriées vivant dans des milieux assez pauvres, dans des conditions qui présentent d'abondantes occasions de contamination par des agents pathogènes diarrhéiques doit être effectuée; il faudrait demander à ces familles de préparer les aliments de différentes manières.

Les études épidémiologiques qui enregistrent soigneusement la morbidité diarrhéique pourraient être utilisées pour comparer l'efficacité de différentes méthodes de préparation alimentaire dans la prévention des crises diarrhéiques. Toutefois, il est nécessaire de surveiller les nombreuses variables existant entre les familles qui emploient différentes techniques alimentaires (même dans le même environnement); par conséquent, les études feront toutes appel aux compétences d'épidémiologistes spécialisés dans les études de la morbidité au niveau d'une collectivité.

Quels facteurs influent sur le choix de la technique de préparation alimentaire? Il est supposé que les mères ont un ensemble de préférences et de limites qui influencent leur choix de la méthode de préparation alimentaire. Il est nécessaire de faire des études pour déterminer ces préférences et ces limites: tant que celles-ci ne seront pas comprises, tout effort de propagande en faveur d'une technique de préparation alimentaire particulière se soldera probablement par un échec.

En raison de la variété des rapports anecdotiques, différant parfois de manière très frappante entre régions du même pays, il est nécessaire que des études soient faites sur des régions précises. Celles-ci peuvent être effectuées, dans le meilleur des cas, au moyen d'entrevues avec des informateurs clés (tels que des mères ayant de l'expérience, une certaine maturité ainsi que de nombreuses relations dans la collectivité) et avec d'autres personnes sélectionnées. Les entrevues devraient porter sur les croyances à l'égard de la pertinence des techniques alimentaires dans l'alimentation des enfants de différents âges et états de santé; il conviendrait également de demander si certaines techniques alimentaires sont jugées de nature « protectrice », sur le plan de l'hygiène alimentaire ou de l'état nutritionnel. Ces questions devraient également porter sur les facteurs touchant la capacité d'une mère à employer une technique particulière (telle que la disponibilité saisonnière des vivres, le temps requis, ou les répercussions financières). Ces études devraient surtout être des études transversales; les travailleurs sur les lieux devraient être formés et supervisés par un personnel doté d'une très grande expérience dans la manière de recueillir une information précise et fiable au moyen d'entrevues « sur le terrain ». Les méthodes utilisées incluront probablement des combinaisons

d'entrevues interactives menées avec soin et de questions formelles. Il serait fort utile de disposer des évaluations des projets existants de promotion des techniques alimentaires.

Bibliographie

Akinrele, I.A. 1970. Fermentation studies on maize during the preparation of a traditional African starch-cake food. Journal of the Science of Food and Agriculture, 21, 619-625.

Anderson, E.W. 1944. Notes on cassava preparation in north Kavirondo and Samia. The East African Agricultural Journal, 112, 111-112.

Axtell, J.D., Kirleis, A.W., Hassen, M.M., Mason, N.D., Mertz, E., Munck, L. 1981. Digestibility of sorghum proteins. Proceedings of the National Academy of Science, 78, 1333-35.

Ayres, J.C. 1980. Microbiology of foods. W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA, É-U, p. 200.

Banigo, E.O.I., Muller, H.G. 1972. Carboxylic acid patterns in ogi fermentation. Journal of Science of Food Agriculture, 23, 101-111.

Black, R.E., Huq, I., Merson, M.H., Alim, A.R.M.A., Yunus, M.D. 1981. Incidence and severity of rotavirus and *Escherichia coli* diarrhoea in rural Bangladesh. Implications for vaccine production. Lancet, i, 141-143.

Boling, M.B., Eisener. 1981. Bogobe: sorghum porridge of Botswana. In Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Hyderabad, Inde, 28 au 31 octobre 1981.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1971. Manual on feeding infants and young children. Nations Unies, New York, NY, É-U, p. 73.

Dada, L.O., Dendy, D.A.V. 1987. Preliminary study of the effect of various processing techniques on the cyanide content of germinated sorghum. Tropical Science, 27(2), 101-104.

Djien Ko Swan. 1979. Indigenous fermented foods. Economic microbiology, 7, 15-38.

Echeverria, P., Blacklow, N.R., Smith, D.H. 1975. Role of heat-labile toxigenic *Escherichia coli* and retrovirus-like agent in diarrhoea in Boston children. Lancet, 6 décembre, 1113-1116.

Gross, R.J. 1983. *Escherichia coli* diarrhoea. Journal of Infectious Diseases, 7, 177-193.

Guerrant, R.L. 1985. Introduction and overview in microbial toxins and diarrhoea diseases. In Everend, D., Whelan, J., ed., Ciba Foundation Symposium 112. Pitman, Londres, R-U, p. 20.

Hamad, A.M., Fields, M.L. 1979. Evaluation of the protein quality and available lysine of germinated and fermented cereals. Journal of Food Science, 44, 456-459.

Jay, J.M. 1978. Modern food microbiology. 2nd ed. D. Van Nostrand Co., Londres, R-U, p. 250.

Jiwa, S.F.H., Krovacek, K., Wadstrom, T. 1981. Enterotoxigenic bacteria in food and water from an Ethiopian community. Applied and Environmental Microbiology, 41(4), 1010-1019.

Lloyd-Evans, N., Pickering, H.H., Goh, S.G.J., Rowland, M.G.M. 1984. Food and water hygiene and diarrhoea in young Gambian children: a limited case control study. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 78, 209-211.

McLean, W.C., De Romana, G.L., Nacko, R.P., Graham, G.G. 1981. Protein quality and digestibility of sorghum in preschool children: balance studies and plasma free amino acids. Journal of Nutrition, 111, 1928-36.

Mathus, R., Reddy, V. 1983. Bacterial contamination of infant foods. Indian Journal of Medical Research, 77, 342-346.

Mbugua, S.K. 1981. Microbiological and biochemical aspects of uji (an East African sour cereal porridge) fermentation, and its enhancement through application of lactic acid bacteria. Cornell University, Ithaca, NY, É-U. Thèse de doctorat.

Mertz, H.M., Mohammed, C., Cairns-Whittern, A.W., Kirlies, T.U., Lichuan, Extell. 1984. Pepsin digestibility of proteins in sorghum and other major cereals. Proceedings of the National Academy of Science, 81, 1-2.

Monawar, L.Y., Badi, S.M. 1986. Instant Nasha - Sorghum baby food. Grain Technology Department, Food Research Centre, Khartoum, Soudan (non publié).

Mosha, A.C. 1984. Nutritional evaluation of sorghum as affected by germination with main reference to dietary bulk and protein quality. Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzanie. Thèse de doctorat.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. Food and Nutrition Bulletin, 5, 10-14.

Ngaba, P.R., Lee, J.S. 1979. Fermentation of cassava (manihot esculenta crantz). Journal of Food Science, 44, 1570-1571.

Novellie, L. 1982. Sorghum beer and related fermentations of southern Africa. Mycologia Memoir, 11, 219-235.

Panaswik, O., Bills, D.D. 1984. Cyanide content of sorghum sprouts. Journal of Food Science, 49, 791-793.

Pederson, C.S. 1979. Microbiology of food fermentation. 2e éd. Cri Publishing Co., Westport, CO, É-U.

Pulusani, S.R., Rao, D.R., Sunki, G.R. 1979. Antimicrobial activity of lactic cultures. Partial purification and characterization of antimicrobial compounds produced by *Streptococcus thermophilus*. Journal of Food Science, 44(2), 575-578.

Rajalashami, R., Ramakrishnan, C.V. 1977. Formulation and evaluation of meals based on locally available foods for young children. World Review of Nutrition and Diet, 27, 34-104.

Raymond, W.D., Jojo, W., Nuodermus, Z. 1941. The nutritive value of some Tanganyika foods — II. Cassava. The East African Agricultural Journal, 109, 154-159.

Rowland, M.G.M. Barrell, R.A.E., Whitehead, R.G. 1978. Bacterial contamination in traditional Gambian weaning foods. Lancet, i, 136-138.

Sack, R.B. 1973. Human diarrhoeal disease caused by enterotoxigenic *Escherichia coli*. Annual Review of Microbiology, 29, 333-352.

Sack, R.B., Hirschhorn, N., Brownke, I. 1975. Enterotoxigenic *Escherichia coli* associated diarrhoea disease in Apache children. New England Journal of Medicine, 292, 1041-1045.

Schweigart, F. 1970. The drying of lactic acid bacteria cultures for Mahewu production. International Journal of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Techniques of Food Processing, 4, 20-23.

Schweigart, F., de Wit, J.P. 1960. Preparing and drying of mahewu and its nutritional value. Food Industries of South Africa, mai–juin 1960.

Steinkraus, K.H. 1983a. Progress in preservation of food through fermentation. In Shemilt, L.W., ed., Chemistry and world food supplies: the new frontiers. Pergamon Press, Elmsford, NY, É-U, p. 421-435.

Steinkraus, K.H. ed. 1983b. Handbook of indigenous fermented foods. Marcel Dekker Inc., New York, NY, É-U.

Tomkins, A.M. 1983. Infections of the gastro-intestinal tract. Oxford Textbook of Medicine, 2, 12.129-12.139.

_____ 1986a. Nutrient intake during diarrhoea in children. Proceedings of the International Congress of Nutrition, 13, 110-113.

_____ 1986b. Protein energy malnutrition and risk of infection. Proceedings of the Nutrition Society, 45, 289-304.

Wang, H.L., Ruttle, D.I., Hesseltine, C.W. 1969. Antibacterial compound from a soybean product fermented by *Rhizopus oligosporus* 33930. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 1969, 131.

Wang, Y.Y.D., Fields, M.L. 1978. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. Journal of Food Science, 43, 1113-1115.

L'«uji» fermenté — un excellent aliment de sevrage

S.K. Mbugua

Département de technologie alimentaire et de nutrition
Université de Nairobi, BP 29053, Nairobi, Kenya

Résumé *Les techniques alimentaires ménagères comprennent des méthodes de préparation qui peuvent influencer, de manière positive ou négative, la qualité nutritionnelle des aliments. La fermentation est une technique simple, peu coûteuse, qui exige relativement peu d'énergie et peut être appliquée dans les régions rurales pour produire des aliments à la fois nutritifs et sans danger. Il est reconnu que la fermentation purifie les aliments naturels des substances antinutritives, les enrichit en éléments nutritifs indispensables et les rend plus digestes. L'« uji » fermenté peut être préparé avec des farines de manioc, de sorgho, de millet ou de maïs, qui sont toutes disponibles dans les familles rurales. Il est dit que cet aliment stimule la production de lait des mères allaitantes. Bien que la fermentation ait tendance à augmenter les niveaux de riboflavine et de tryptophane dans l'« uji », ce processus n'a aucun effet sur la niacine. Le phytate est apparemment hydrolysé par la fermentation, mais l'amylolyse semble limitée, la fermentation ayant donc peu d'effet sur le volume des aliments. Certains résultats préliminaires montrent que la fermentation de l'« uji » a tendance à éliminer les coliformes. Toutefois, il est nécessaire de faire une enquête plus approfondie pour évaluer l'effet de la fermentation de l'« uji » sur les organismes qui provoquent la diarrhée et qui contaminent fréquemment les aliments de sevrage.*

Dans les régions rurales des pays en développement, les techniques alimentaires ménagères sont généralement caractérisées par leur simplicité, leur faible consommation d'énergie et leur coût peu élevé. Ces facteurs sont importants dans les régions où règnent la pauvreté et la pénurie d'articles d'usage courant comme l'eau propre et le combustible. En outre, ces technologies ont évolué au cours des générations; l'expérience nous a appris à rejeter les techniques qui ne sont ni sécuritaires ni bénéfiques. Les techniques alimentaires ménagères permettent de tirer le meilleur parti des matières premières disponibles au niveau local et qui sont donc plus abondantes. Toutefois, en dépit de ces avantages, il ne fait aucun doute que lorsqu'un aliment ou une méthode de préparation alimentaire innovatrice est introduite en l'absence de la formation et des ressources appropriées, des problèmes vont apparaître; les aliments de sevrage introduits par les pays industrialisés dans les régions rurales des pays en développement ont eu un effet négatif sur l'état nutritionnel.

En Afrique, les bouillies, qu'elles soient fermentées ou non, sont depuis longtemps utilisées comme aliments de sevrage. Une bouillie comme l'« uji » peut être préparée simplement à partir de matières premières allant des farines à base de plantes-racines, comme le manioc, aux farines de céréales, comme le maïs, le sorgho et le millet (Mbugua et al. 1983). Ces gruaux renferment des éléments nutritifs (hydrates de carbone et minéraux) importants pour la croissance de l'enfant; supplémentés par une bonne source protéique, comme le lait maternel, ils ont été utilisés avec succès pendant des générations comme produits de sevrage dans différentes régions d'Afrique.

Les méthodes de conditionnement alimentaire

Les techniques alimentaires familiales sont généralement simples. Elles doivent être peu coûteuses, relativement peu sophistiquées et, ce qui est plus important, exiger une faible consommation d'énergie. Le Tableau 1 montre la classification de diverses méthodes de préparation alimentaire qui seront probablement observées au niveau familial.

En général, toute préparation alimentaire qui met en jeu une modification biologique signifie l'usage de la méthode qui exige le moins d'énergie et qui est la moins coûteuse. Une telle méthode pourrait simplement consister à placer les aliments dans un récipient et les entreposer pendant un certain temps à la température ambiante. Pendant ce temps, des changements biochimiques naturels et spontanés se produisent, en raison de la modification induite par les micro-organismes ou les enzymes. Toutefois, ce n'est que pure coïncidence si certains changements biochimiques ont donné certains aliments bons sur le plan nutritionnel et dont la consommation ne présente aucun danger. Dans la plupart des végétaux, la fermentation de l'acide lactique a tendance à s'opérer aussi longtemps que l'activité hydrique et le potentiel redox sont appropriés. Cela s'est avéré extrêmement utile aux êtres humains et aux animaux; la saveur acide est très acceptable, et le faible pH entrave la croissance des agents pathogènes.

L'exemple de la préparation de l'« uji » au moyen de la fermentation illustre la simplicité avec laquelle le processus de fermentation peut être appliqué. Des mélanges de farine et d'eau sont préparés et laissés à fermenter spontanément pendant quelques jours. La croissance métabolique associative des micro-organismes entraîne une prédominance des lactobacilles qui tolèrent la forte acidité; les organismes qui ne supportent pas l'acidité sont éliminés les uns après les autres (Mbugua et al. 1984). La fermentation lactique spontanée de l'« uji » est surtout attribuée aux *Lactobacillus plantarum*, à certains coliformes, aux *Lacto bacilli* hétérofermentaires, comme les *Lactobacillus fermenti*, *Lactobacillus cellobiosus*, et les pediococci (Mbugua et al. 1984). Les deux principaux objectifs de la préparation alimentaire sont généralement la sécurité des aliments et l'acceptabilité organoleptique; les répercussions sur la nutrition des méthodes de préparation alimentaire reçoivent, en règle générale, une plus faible priorité, s'il en est même tenu compte.

Les répercussions sur la nutrition des techniques ménagères de conditionnement des aliments

Pour être valable sur le plan nutritionnel, un aliment doit répondre à certains facteurs de qualité nutritionnelle et être exempt des facteurs créateurs de stress nutritionnel. Les facteurs de qualité nutritionnelle sont les éléments nutritifs présents dans le produit, et les éléments antinutritifs, dont la concentration doit être nulle. Les facteurs de stress nutritionnel sont ceux qui ont tendance à augmenter les besoins nutritionnels; ces facteurs comprennent les carences alimentaires, le déséquilibre des éléments nutritifs et la présence de substances nocives comme les produits chimiques et les micro-organismes qui peuvent provoquer la diarrhée et d'autres maladies. Le Tableau 2 énumère certains facteurs de stress nutritionnel ainsi que leurs propriétés.

Les diverses méthodes de préparation des aliments aux niveaux ménager et industriel peuvent influencer les facteurs de stress nutritionnel à l'avantage ou au détriment des consommateurs. Bien que les préparations faisant appel au décorticage et au broyage entraînent une diminution des tanins dans les haricots secs et l'élimination des phytates, ce qui est bénéfique, on constate d'autre part, une perte de certaines protéines, de certains minéraux (comme le fer, le cuivre et le zinc) ainsi que de certaines vitamines. Il est connu que le trempage, tout comme d'autres méthodes d'extraction, réduit les thioglucosides et les glucosides cyanogènes. Cela a été le cas dans la préparation du « gari » nigérian où, malheureusement, il se produit aussi une importante perte de vitamine C; la thiamine, la riboflavine et la niacine sont également perdues pendant le processus de trempage de la préparation de l'« ogi » (Akinrele 1970). On dit que le traitement alcalin du sorgho au moyen de cendres de bois, au Burundi, réduit considérablement le niveau des tanins (Price et al. 1979); mais ce traitement réduit aussi vraisemblablement la qualité protéique, en raison de la formation d'acides aminés artéfactuels.

On sait que le processus de fermentation élimine très efficacement un certain nombre de facteurs de stress nutritionnel. L'hydrolyse du phytate a été signalée dans la fermentation de l'« uji » (Mbugua et al. 1983). Toutefois, en raison de l'acidification subséquente, l'amylolyse est extrêmement limitée pendant la fermentation de l'« uji » (Mbugua et al. 1983); par conséquent, il ne serait pas possible d'obtenir de cette manière une réduction du volume alimentaire aux fins d'alimentation des nourrissons. On dit également que la fermentation naturelle de l'acide lactique purifie la farine de tournesol en réduisant la quantité d'acide chlorogénique (Knorr 1987). Les bactéries productrices d'acide lactique et autres organismes secrétant des enzymes alphagalactosidases sont importants dans la réduction des oligosaccharides, comme le raffinose, le stachyose et le verbascose, qui provoquent des gaz et la diarrhée chez les humains. Celles qui ont une activité bêta-galactosidasique peuvent être utiles dans l'hydrolyse du lactose des produits laitiers, permettant ainsi aux gens qui ne supportent pas le lactose de consommer des produits à base de lait.

Tableau 1. Organisation des méthodes de préparation des aliments.

Catégorie d'opération	Opération
Séparation	
Physique	Extraction, tamisage
Mécanique	Nettoyage, broyage, décorticage, filtration, vannage
Chimique	Hydrolyse
Biologique	Fermentation, modification enzymatique
Conservation	
Physique	Déshydratation, modification de température, emballage
Mécanique	Lavage, trempage
Chimique	Fumaison, dessication, salaison, changements de pH
Biologique	Fermentation
Préparation	
Physique	Cuisson, cuisson au four, friture
Mécanique	Malaxage, réduction en purée
Chimique	Vieillissement
Biologique	Germination, maltage

Il a été noté que la farine de tournesol peut être purifiée par la fermentation de l'acide lactique. La purification du gossypol par le champignon diploïde a été observée dans la farine de graine de coton (Knorr 1987). Le manioc est purifié par l'usage d'organismes corynebacterium (Akinrele 1970). Il a été dit que les arachides fermentées par l'*Aspergillus oryzae* ne contenaient pas d'aflatoxines et même que les moisissures Rhizopus dégradaient l'aflatoxine (Knorr 1987). On a aussi rapporté qu'une consommation élevée de lait fermenté entraînait une diminution de l'hypercholestérolémie (Spoerry 1974). Même les rats omnivores nourris d'organismes *Lactobacillus acidophilus* induisaient des activités réduites de bêta-glucuronidase, de nitroréductase et d'azoréductase, les enzymes bactériennes de l'intestin qui, croit-on, transforment les procancérigènes en cancérigènes proximaux (Knorr 1987). Les organismes bactériens induiraient des effets semblables chez les êtres humains.

Étant donné que l'« uji » fermenté a la réputation de stimuler la production de lait, il est parfois prescrit aux mères allaitantes qui n'ont plus assez de lait. Cette croyance mérite d'être étudiée; toutefois, il est connu que l'acide lactique, un acide organique important de l'« uji » fermenté, stimule l'absorption du calcium, un minéral important dans la composition du lait. La fermentation de l'« uji » s'est avérée efficace pour inhiber et éliminer les coliformes (Mbugua et al. 1984). Cela signifierait que le processus peut réussir à éliminer les organismes qui provoquent la diarrhée, notamment ceux du groupe enterobacteriaceae; le potentiel de l'« uji » comme produit de sevrage, notamment dans des conditions relativement insalubres, a été également indiqué. Toutefois, il est nécessaire de faire des études plus approfondies en la matière. Les études

Tableau 2. Les facteurs de stress nutritionnel dans certains produits vivriers courants.

Facteur de stress	Nature chimique	Apparition	Action	Effet diététique
Phytate	Acide organique	Céréales, légumineuses	Chélate les métaux	Réduit l'absorption des minéraux
Oxatate	Acide organique	Épinards, amaranthe	Chélate les cations	Réduit l'absorption des Ca et Fe
Gossypol	Polyphénol	Graine de coton	Chélate les métaux Réactif	Anémie Empoisonnement potentiel
Tanin	Polyphénol	Haricots, sorgho	Fixe les protéines	Protéines rendues insolubles Enzyme inactivée Réduit l'absorption des Fe et B_{12}
Avidine	Protéine	Blanc d'oeuf	Fixe la biotine	Biotine rendue assimilable
Inhibiteur de la trypsine	Protéine	Légumineuses, céréales	Inhibe la protéolyse	Réduit l'assimilation protéinique
Solanéine	Alcaloïde	Pomme de terre	Inhibe la choline estérase	Troubles gastrointestinaux ou neurologiques
Linamarine	Glucoside cyanogène	Manioc	Libère le cyanure	Empoisonnement potentiel
Thiaminase	Protéine	Poisson	Détruit la thiamine	Carence possible en thiamine
Goitrine	Glucosinolate	Huile de colza choux	Goitrigène	Réduit l'apport iodique

sur les organismes qui provoquent la diarrhée, comme les salmonelles, les staphylocoques et les *Escherichia coli* entéro-pathogènes ont montré qu'ils peuvent être inhibés dans le lait par différentes bactéries productrices d'acide lactique (Minor et Marth 1972; Park et Marth 1972; et Frank et Marth 1977). D'autres études sur l'« uji » ont montré que pendant la fermentation, les niveaux de riboflavine et de tryptophane augmentaient considérablement (Mbugua 1986). L'augmentation des niveaux de lysine, de leucine, d'isoleucine, de méthionine, ainsi que de la valeur nutritive relative, a été observée dans diverses céréales fermentées (Hamad et Fields 1979; Kazanas et Fields 1981).

Conclusions

Les avantages des produits fermentés, tels que décrits dans les ouvrages publiés, sont de loin supérieurs à leurs inconvénients. Si l'on examine les avantages nutritionnels, la commodité, le prix peu élevé et l'absence de dangers que présentent ces produits, il semble qu'ils seraient extrêmement utiles pour le sevrage. Toutefois, on se demande pourquoi ces aliments n'ont pas été largement utilisés dans de nombreuses sociétés; il est nécessaire de faire davantage de recherches et de propagande, notamment dans les endroits où les conditions locales exigent les avantages particuliers que peut apporter la fermentation.

Bibliographie

Akinrele, I.A. 1970. Fermentation studies on maize during the preparation of a traditional African starch-cake food. Journal of the Science of Food and Agriculture, 21, 619-625.

Frank, J.F., Marth, E.H. 1977. Inhibition of enteropathogenic *E. coli* by homofermentative lactic acid bacteria in skim milk. Comparison of lactic acid bacteria and enumeration methods. Journal of Food Protection, 40, 754-759.

Hamad, A.M., Fields, M.L. 1979. Evaluation of the protein quality and availability of lysine in germinated and fermented cereals. J. Food Science, 44, 456.

Kazanas, N., Fields, M.L. 1981. Nutritional improvement of sorghum by fermentation. Journal of Food Science, 4, 820.

Knorr, D. ed. 1987. Food biotechnology. Mercel Dekker Inc., New York, NY, É-U, p. 95-125.

Mbugua, S.K. 1986. The nutritional and fermentation characteristics of uji from dry milled maize flour (unga baridi) and whole wet milled maize. Food Chemistry Microbiology and Technology, 10, 154-161.

Mbugua, S.K., Ledford, R.A., Sternkraus, K.H. 1983. Gas chromatographic determination of mono-, di- and trisaccharides in uji ingredients and during uji fermentation. Food Chemistry Microbiology and Technology, 8(2), 40.

_____ 1984. Application of pure lactic cultures on the fermentation of uji (an East African sour cereal porridge). Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 17, 252-256.

Minor, T.E., Marth, E.H. 1972. Fate of staphylococcus aureus in cultured buttermilk sour cream and yoghurt during storage. Journal of Milk and Food Technology, 35(5), 302-306.

Park, H.S., Marth, E.H. 1972. Survival of *Salmonella typhimurium* in refrigerated cultured milks. Journal of Milk and Food Technology, 35(8), 489-495.

Price, M.L., Butler, L.G., Rugler, J.C., Featherston, W.R. 1979. Overcoming the nutritionally harmful effect of tannin in sorghum grain by treatment with inexpensive chemicals. Journal of Agriculture Food Chemistry, 27, 441-445.

Spoerry, A. 1974. Studies of surfactant and cholesteremia in the Maasai. American Journal of Clinical Nutrition, 27, 464-469.

La fermentation du «mahewu» à base de maïs

A.D. Ayebo[1] et M.P. Mutasa[2]

[1]University of Zimbabwe, Department of Animal Science, BP MP 167, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe; et
[2]Dairy Marketing Board, BP 587 TA, Harare, Zimbabwe

Résumé *Des études ont été faites sur la production d'acide lactique et les changements de pH pendant la fermentation du « mahewu ». On a observé que les paramètres suivants influaient sur ces changements : les quantités variables de malt de sorgho, la température d'incubation, le type d'ingrédient ajouté à la bouillie, la teneur en matière solide de la bouillie et la durée de la cuisson. La quantité de malt de sorgho ajoutée à la bouillie cuite influe considérablement ($P \leq 0,01$) sur la quantité d'acide lactique produite. L'incubation du « mahewu » (12 % de solides) à 45°C pendant 16 heures a donné le produit le plus acceptable. L'addition de son de blé à la bouillie cuite avant la fermentation a entraîné la plus grande quantité d'acide lactique (0,450 %) produite. Toutefois, l'addition de malt de sorgho/rapoko a produit le « mahewu » le plus acceptable, avec 0,575 % d'acide lactique. Le « mahewu » ayant une teneur en matière solide de 14 % a été jugé le plus acceptable. La durée de la cuisson n'influait pas de façon significative sur la quantité d'acide lactique produite.*

Le « mahewu » est un breuvage non alcoolisé populaire auprès des peuples autochtones de l'Afrique australe. La consommation du « mahewu » est la plus grande chez les fermiers, les écoliers et les jeunes membres du personnel des compagnies minières et des entreprises industrielles. En raison de la valeur nutritionnelle améliorée du produit fermenté, les organisations non gouvernementales du Zimbabwe, comme la Croix-Rouge et Christian Care, ont utilisé le « mahewu » dans les programmes de supplémentation alimentaire.

Même si la production commerciale de « mahewu » en Afrique du Sud (van Noort et Spence 1976) a connu un certain succès, la connaissance des principes de base de la fermentation du « mahewu » ne réussit pas à l'heure actuelle à susciter l'enthousiasme du milieu industriel. Au Zimbabwe, la production commerciale de « mahewu » a connu un succès limité. Deux compagnies — Nutresco (Pvt) Ltd et Food and Industrial (Pvt) Ltd — sont actuellement engagées dans la production à grande échelle du « mahewu ». On prétend que le « mahewu » de Nutresco, à base de farine de maïs précuite, de farine de sorgho et d'orge malté enrichi de minéraux, de vitamines ainsi que de

protéine de soja, possède une grande valeur protéique (15 à 19 %) et énergétique (330 à 402 kcal/100g).

Food and Industrial (Pvt) Ltd. produit deux formes de « mahewu » — le « mahewu » ordinaire et le « mahewu » instantané. Le « mahewu » ordinaire est préparé à partir de farine de maïs précuite, de malt de sorgho, de benzoate de sodium (en tant qu'agent de conservation) et de saccharine. La poudre de « mahewu » instantané est faite à partir de farine de maïs précuite, de grains de maïs grillés moulus, d'acide lactique (pour donner la saveur caractéristique du « mahewu »), de sucre brun et de saccharine. Les deux produits sont enrichis de minéraux et de vitamines et fortifiés de farine de soja dégraissée et non dégraissée. L'usage continu de saccharine est toutefois gênant ; certains résultats d'expérimentations animales ont permis d'associer la saccharine à certains carcinomes (Newell 1981 ; Waddell et Lachance 1981 ; Jensen 1985 ; Schoenig et Anderson 1985). La méthode de production et les ingrédients utilisés varient d'un endroit à l'autre.

Différentes méthodes de production du « mahewu » ont été décrites par différents chercheurs (Van der Merwe et al. 1965 ; van Noort et Spence 1976 ; Steinkraus 1983). Steinkraus (1983) remarque que la farine de blé fournit l'inoculum et constitue la source de croissance de la fermentation spontanée. La fermentation de la farine de maïs pour produire le « mahewu » est un processus spontané dans lequel la flore naturelle du malt de sorgho ou de la farine de blé réalise la fermentation. En ce qui a trait à la production industrielle à grande échelle, le processus d'acidification traditionnel n'est pas l'idéal. D'abord, l'inoculum initial des bactéries productrices d'acide lactique souhaitable est très faible, résultant en une faible production d'acide dans la première phase de la fermentation — une phase compétitive prolongée, pendant laquelle les micro-organismes aérobies survivent, donnant des produits finals indésirables. Deuxièmement, les températures de fermentation ambiantes et non contrôlées favorisent la croissance de micro-organismes nocifs et peuvent entraîner une fermentation secondaire qui produit l'acide acétique, l'acide butyrique, ou les deux — des acides qui ont une action néfaste sur la saveur du produit.

Schweigart et de Wit (1960) ont démontré que la durée de fermentation de la bouillie de maïs pourrait être réduite de 36 heures à trois heures en utilisant un catalyseur de *Lactobacillus bulgaricus* et de *L. delbrueckii*. Cette amélioration du processus de fermentation a été utilisée dans la préparation de l'« ogi » et du « ting » (Banigo et al. 1974 ; Mpuchane 1985).

La fermentation a été proposée par plusieurs chercheurs comme moyen d'améliorer la qualité nutritionnelle des céréales (Hamad 1978 ; Hamad et Fields 1979 ; Kazanas et Fields 1981). Cameron et Hofvander (1971) ont rapporté une augmentation de la teneur en niacine et en riboflavine du maïs fermenté. Kazanas et Fields (1981) ont observé que la fermentation lactique naturelle du grain de sorgho moulu augmentait de façon significative l'absorption des éléments suivants : lysine, leucine, isoleucine, méthionine, niacine, thiamine et riboflavine. On a aussi rapporté qu'en plus d'améliorer la valeur

nutritionnelle des aliments, les bactéries productrices d'acide lactique produisent des agents antimicrobiens qui inhibent la croissance des micro-organismes indésirables (Shahani et al. 1976, 1977). Par conséquent, afin de pouvoir mieux comprendre la fermentation du « mahewu », certaines expérimentations ont été conçues dans le but d'étudier les effets des paramètres suivants sur la production d'acide lactique et le changement du pH : variations dans la quantité de malt de sorgho, température d'incubation optimale, type d'ingrédient ajouté à la bouillie, teneur en matière solide de la bouillie et durée de la cuisson.

Matières premières et méthodes

De l'eau du robinet (500 mL) a été ajoutée à un mélange composé de 30 g de farine de maïs et 30 g de malt de sorgho. Le bouillon résultant a été mis à bouillir pendant dix minutes. La bouillie (12 % de matières solides) a été rapidement refroidie (en plongeant le récipient dans l'eau froide du robinet) à la température ambiante (20°C en moyenne). Ces 500 mL de bouillie ont ensuite été versés dans des cruches de fermentation. Une quantité convenable de malt de sorgho (0 à 60 % poids humide) a été ajoutée dans chaque cruche et les contenus ont été bien mélangés en les secouant ; le mélange a été ensuite incubé à 25°C pendant 16 heures, après quoi le pourcentage d'acide lactique et le pH ont été mesurés.

Le malt de sorgho (30 g) a été ajouté dans huit cruches, chacune contenant 500 mL de bouillie (12 % de matières solides). Les contenus ont été bien mélangés en les secouant et un échantillon a été prélevé de chacun et incubé à 20, 25, 30, 35, 40, 45 ou 50°C pendant 16 heures. Trente grammes de l'un des ingrédients suivants (National Foods (Pvt) Ltd, Harare) ont été ajoutés à la bouillie : de la farine de blé entier, de la farine de blé ordinaire, du malt de sorgho, de l'orge malté, du malt de sorgho/rapoko (1/3 de rapoko, 2/3 de malt de sorgho), de la farine de maïs (n° 1 farine Roller) et du son de blé (Red Seal). Un lot témoin de bouillie a été préparé, auquel il n'a été ajouté aucun ingrédient après la cuisson. Un échantillon de chacune des préparations susmentionnées a été incubé à 25°C pendant 16 heures. Des échantillons de bouillie de 500 mL ont été préparés de la manière décrite plus haut, mais contenant 8, 10, 12, 14, 16 et 20 % de matières solides. Les échantillons ont été incubés à 25°C pendant 16 heures.

Sept échantillons de bouillie (12 % de matières solides) de 500 mL ont été préparés et mis à bouillir pendant différentes périodes de temps. Les échantillons ont bouilli pendant 0, 10, 20, 30, 40 ou 50 minutes. Après avoir laissé refroidir la bouillie à la température ambiante, 30 g de malt de sorgho ont été ajoutés dans chacun d'eux et les contenus ont été bien mélangés. Le bouillon résultant a ensuite été incubé à 25°C pendant 16 heures.

Trois gouttes d'indicateur phénolphtaléine ont été ajoutées à un échantillon pesé de filtrat de « mahewu » dans une burette de 250 mL. Le mélange a été titré contre 0,1 N NaOH.

$$\% \text{ acide lactique} = \frac{N \times V \times \text{milliéquivalent (ME) d'acide lactique} \times 100}{\text{Poids de l'échantillon (g)}}$$

où N est la normale du NaOH, V est le volume de NaOH utilisé (au point final), et ME est le $\frac{\text{poids moléculaire de l'acide lactique}}{1\,000} = 0{,}09008$. Le pH du «mahewu» a été mesuré à l'aide d'un pH mètre numérique (PTI-15). Un jury de quatre membres du personnel, non formés mais ayant l'expérience des aliments traditionnels, a évalué le «mahewu» au moyen d'un simple test de préférence.

Résultats et discussion

La fermentation du «mahewu» est dominée par les bactéries productrices d'acide lactique qui transforment les sucres dérivés de l'amidon en acide lactique principalement, selon le micro-organisme prédominant. La saveur acide provoquée par cet acide lactique est devenue une propriété organoleptique importante dans l'évaluation traditionnelle du «mahewu».

L'effet de l'adjonction de malt de sorgho à la bouillie

La quantité de malt de sorgho ajoutée à la bouillie a augmenté considérablement ($P \leq 0{,}01$) la quantité d'acide lactique produite (Tableau 1). Lorsqu'on n'ajoute pas de malt de sorgho à la bouillie, seulement 0,20 % d'acide lactique est produit après la fermentation; toutefois, 0,52 % d'acide lactique est produit avec l'addition de 30 g (5,49 % poids humide) de malt de sorgho. Ce dernier produit donne la saveur la plus acceptable. L'addition de 60 g (10,70 % poids humide) de malt a donné un produit ayant 0,65 % d'acide lactique, trop aigre et de moins bonne consistance.

En raison du fait que le malt de sorgho fournit l'inoculum initial, plus la quantité de malt utilisé est grande, plus le nombre de bactéries productrices d'acide lactique est élevé. En outre, le sorgho malté sert de source d'enzymes alpha et bêta amylases dans la saccharification de l'amidon (Kneen 1944). Ces enzymes convertissent l'amylopectine et l'amylose (les polysaccharides constituants de l'amidon) en dextrines et en maltose, qui sont facilement fermentés par les bactéries productrices d'acide lactique en acide lactique et autres produits finals responsables de la saveur et de l'arôme du «mahewu». Steinkraus (1983) a rapporté des résultats semblables lorsque de la farine de blé a été utilisée dans la fermentation spontanée.

L'effet de la température d'incubation

La température d'incubation influe considérablement sur la quantité d'acide lactique produite par la microflore naturelle du «mahewu» fermenté de la manière traditionnelle (Tableau 2). L'incubation du «mahewu» à 35, 40 et

Tableau 1. L'effet de quantités variables de malt de sorgho sur la production d'acide lactique par la microflore naturelle dans le « mahewu » fermenté de la manière traditionnelle.

	Traitement au malt de sorgho (g)						
	0	10	20	30	40	50	60
Acide lactique au bout de 16 h d'incubation (%)	0,20	0,36	0,37	0,52	0,51	0,58	0,65[a]
pH au bout de 16 h d'incubation	4,24	3,57	3,52	3,59	3,64	3,67	3,60

[a] Statistiquement significatif à $P \leq 0,01$.

Tableau 2. L'effet de la température d'incubation sur la production d'acide lactique par la microflore naturelle dans le « mahewu » fermenté de la manière traditionnelle.

	Température (°C)						
	20	25	30	35	40	45	50
Acide lactique au bout de 16 h d'incubation (%)	0,32	0,47	0,48	0,55	0,52	0,50	0,46
pH au bout de 16 h d'incubation	4,07	3,55	3,41	3,18	3,23	3,29	3,39

45°C produit 0,55, 0,52 et 0,50 % d'acide lactique, respectivement. Bien que ces trois produits aient été jugés acceptables, le produit incubé à 45°C était le préféré. L'élévation de la température d'incubation à 50°C a entraîné une réduction de la quantité d'acide lactique. Cela est dû au fait que la température optimale de la microflore naturelle a été dépassée, entraînant une perte d'activité et l'inhibition possible de certaines bactéries productrices d'acide lactique. Schweigart et de Wit (1960) ont observé une gamme de températures optimale de 30 à 35°C dans le cas du « mahewu » sud-africain incubé pendant 36 heures. Le « mahewu » incubé à 45°C a été jugé le produit préféré; la température optimale pour les bactéries productrices d'acide lactique est de 45 à 50°C; à ces températures, la croissance des bactéries productrices d'acide butyrique et d'acide acétique est inhibée, ce qui permet d'obtenir un produit de bonne qualité.

L'effet du type d'ingrédient ajouté à la bouillie

La quantité d'acide lactique produite et le pH du « mahewu » fermenté de la manière traditionnelle variaient selon l'ingrédient ajouté à la bouillie cuite (Tableau 3). L'addition de son de blé à la bouillie a produit la plus grande quantité (0,450 %) d'acide lactique après fermentation, suivi de l'orge malté (0,374 %), du malt de sorgho/rapoko (0,373 %), du malt de sorgho (0,350 %) et de la farine de maïs (0,249 %). Bien que Schweigart et de Wit (1960) aient trouvé que l'addition de farine de blé servait de stimulant à la croissance bactérienne, dans la présente étude, l'addition de farine de blé et de farine de grain entier n'a pas démontré de propriétés de stimulation de la croissance des bactéries lactiques souhaitables.

Le conditionnement du blé avant le broyage à l'aide de différentes plantes aide à désactiver les amylases et autres enzymes qui transforment l'amidon en sucres solubles. Le « mahewu » préparé avec du malt de sorgho/rapoko était le plus acceptable, suivi des produits auxquels du malt de sorgho, de la farine de maïs et de l'orge malté avaient été ajoutés.

La teneur en matières solides des bouillies

Une augmentation générale mais non linéaire du pourcentage d'acide lactique produit en fonction d'une teneur en matières solides croissante a été observée (Tableau 4). Les différences entre les pourcentages d'acide lactique

Tableau 3. L'effet du type d'ingrédient sur la production d'acide lactique par la microflore naturelle dans le « mahewu » fermenté de la manière traditionnelle.

Type d'ingrédient	Acide lactique au bout de 16 h d'incubation (%)	Acide lactique avant incubation (%)	Acide lactique produit (%)	pH avant incubation	pH au bout de 16 h d'incubation
Farine de grain entier	0,251	0,123	0,128	5,56	4,36
Farine de blé ordinaire	0,297	0,155	0,142	5,55	3,70
Malt de sorgho	0,560	0,210	0,350	5,40	3,44
Orge malté	0,542	0,168	0,374	5,52	3,61
Malt de sorgho/rapoko	0,575	0,202	0,373	5,48	3,57
Farine de maïs	0,411	0,162	0,249	5,54	3,65
Son de blé	0,660	0,210	0,450	5,77	3,84
Pas d'additifs	0,294	0,077	0,217	5,40	4,13

Tableau 4. L'effet de la teneur en matières solides de la bouillie sur la production d'acide lactique par la microflore naturelle dans le « mahewu » fermenté de manière traditionnelle.

	Teneur en matières solides de la bouillie (%)					
	8	10	12	14	16	20
Acide lactique au bout de 16 h d'incubation (%)	0,374	0,429	0,418	0,445	0,548	0,660
pH	3,37	3,46	3,49	3,47	3,68	3,68

produit ayant des teneurs en matières solides de 10, 12 et 14 % (respectivement 0,429, 0,418 et 0,445 %) n'étaient pas importantes. Il y a eu une augmentation du pourcentage d'acide lactique (0,548 à 0,660 %) dans des échantillons aux teneurs en matières solides de 16 et 20 %. Les teneurs en solides accrues (farine de maïs et malt de sorgho) ont augmenté la source des sucres pour conversion en acide lactique et aussi la population initiale des bactéries productrices d'acide lactique. Le « mahewu » à base de bouillie contenant 14 % de matières solides a été jugé le plus acceptable.

La durée de cuisson de la bouillie

La durée de la cuisson de la bouillie ne semble pas jouer de rôle dans la quantité d'acide lactique produite pendant la fermentation spontanée du « mahewu ». Il n'est donc pas nécessaire de faire bouillir le mélange pour produire de l'acide lactique pendant la fermentation. La présence des enzymes et de la microflore naturelle appropriées semble suffisante pour provoquer la fermentation. Toutefois, les propriétés organoleptiques du bouillon non cuit étaient inacceptables au goût du jury. Cela démontre le fait que la quantité d'acide lactique du produit final n'est pas le seul facteur qui détermine la qualité et l'acceptabilité du « mahewu ».

Bibliographie

Banigo, E.O.I., de Man, J.M., Duitschaever, C.L. 1974. Utilization of high-lysine corn for the manufacture of ogi using a new, improved processing system. Cereal Chemistry, 51(5), 559-572.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1971. Manual on feeding infants and young children. Nations Unies, New York, NY, É-U. p. 73.

Hamad, A.M. 1978. Evaluation of natural fermentation and germination to improve the nutritive value of cereal grains. University of Missouri, Columbia, MO, É-U. Thèse de doctorat.

Hamad, A.M., Fields, M.L. 1979. Evaluation of the protein quality and available lysine of germinated and fermented cereals. Journal of Food Science, 44, 456-459.

Jensen, O.M. 1985. Saccharin and the human cancer hazard. Statens Levnedsmiddelinstitut, Soborg, Danemark. Publication n° 110, DK-2860. 48 p.

Kazanas, N., Fields, M.L. 1981. Nutritional improvement of sorghum by fermentation. Journal of Food Science, 46, 819-821.

Kneen, E. 1944. A comparative study of the development of α-and ß-amylase in germinating cereals. Cereal Chemistry, 21, 304-314.

Mpuchane, S. 1985. Variability in the properties of "ting," a maize meal fermented product. Botswana Notes and Records, 10, 97-106.

Newell, G.R. 1981. Artificial sweeteners and cancer. Progress in Cancer Research and Therapy, 17, 273-278.

Schoenig, G.P., Anderson, R.L. 1985. The effect of high dietary levels of sodium saccharin on mineral and water balance and related parameters in rats. Food and Chemical Toxicology, 23, 465-474.

Schweigart, F., de Wit, J.P. 1960. Preparing and drying mahewu and its nutritional value. Food Industries of South Africa, mai–juin 1960.

Shahani, K.M., Vakil, J.R., Kilara, A. 1976. Natural antibiotic activity of *Lactobacillus acidophilus* and *bulgaricus*. I. Cultural conditions for the production of antibiotics. Cult. Dairy Product Journal, 11(4), 14-17.

_____ 1977. Natural antibiotic activity of *Lactobacillus acidophilus* and *bulgaricus*. II. Isolation of acidophilin from *L. acidophilus*. Cult. Dairy Product Journal, 12(12), 8-11.

Steinkraus, K.H., ed. 1983. Handbook of indigenous fermented foods. Marcel Dekker Inc., New York, NY, É-U.

Van der Merwe, A.R., Schweigart, F., Cachia, V.A. 1965. Mahewu — its industrial production and its value as a nutrient. Sonderdruck ans den Heften, 6/984 and 1/1265.

van Noort, G., Spence, C. 1976. The mahewu industry. South African Food Review, oct. 1976, 129-133.

Waddell, W.J., Lachance, M.P. 1981. Saccharin and bladder tumors. Science (Washington, DC), 214, 134.

La consommation de produits de sevrage à base de céréales fermentées dans l'État de Kwara, Nigeria

K.H. Brown[1], K.L. Dickin[1], M.E. Bentley[1], G.A. Oni[2], V.T. Obasaju[3], S.A. Esrey[1], S. Mebrahtu[4], I. Alade[2], et R.Y. Stallings[1]

[1]Department of International Health, Johns Hopkins University, 615 North Wolfe Street, Baltimore, MD, É-U 21205; [2]Department of Epidemiology and Community Health, Faculty of Health Sciences, University of Ilorin, P.M.B. 1515, Ilorin, Kwara State, Nigeria; [3]Kwara State Ministry of Health, Ilorin, Kwara State, Nigeria; et [4]International Institute for Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria

Résumé *Pour définir les modes d'alimentation des enfants et des nourrissons et leur corrélation avec la diarrhée, des recherches ont été entreprises dans l'État de Kwara, au sud-ouest du Nigeria; ces recherches comprennent des études ethnographiques au niveau de la collectivité, des questionnaires sur la fréquence des repas et des observations quantitatives sur l'apport alimentaire ainsi que sur les modes d'alimentation des nourrissons. Le questionnaire d'enquête révélait que le moment choisi pour commencer l'allaitement au sein était presque universel, et sa durée moyenne d'environ 18 à 24 mois. Les bouillies de céréales fermentées, servies sous forme liquide, étaient consommées par plus de 90% des enfants de plus de cinq mois. L'information sur la composition de la pâte de céréales crues fermentées et sur les bouillies de céréales préparées est fournie ainsi que les quantités servies et consommées. La consommation de calories alimentaires n'a pas varié en fonction de l'étape de la maladie. Les bouillies de céréales ont fourni en moyenne 20 à 26 kcal/kg par jour; cela représentait, respectivement, 23 et 32% de l'apport énergétique total chez les nourrissons de cinq à 11 mois et les enfants de 12 à 26 mois. La densité énergétique des bouillies de céréales était plus grande lorsque les bouillies étaient fortifiées avec du sucre ou autres ingrédients; les enfants qui recevaient un nombre inférieur de rations par jour consommaient des bouillies ayant une plus grande concentration calorique. Il existait une relation positive, statistiquement significative, entre la densité énergétique d'une ration individuelle et l'énergie totale fournie par la ration. Les observations sur les comportements et les enquêtes ont indiqué que l'alimentation à la main était la technique d'alimentation des enfants de moins de 24 mois la plus courante. L'alimentation à la main «forcée» avait tendance à être plus courante lorsque l'enfant souffrait de diarrhée.*

Le projet de traitement de la diarrhée par l'alimentation (le DMD, Dietary Management of Diarrhea Project) a été conçu en vue d'élaborer et mettre en oeuvre des stratégies visant à améliorer le traitement nutritionnel lors des maladies diarrhéiques infantiles. Ce projet a été mis en oeuvre dans le cadre des programmes nationaux de traitement des maladies diarrhéiques au Nigeria et au Pérou. Ce programme s'inspire des nombreuses observations épidémiologiques qui démontrent une relation négative importante entre l'incidence de la maladie diarrhéique et la croissance somatique des enfants (Martorell et al. 1975; Rowland et al. 1977; Black et al. 1984); de plus, des études cliniques récentes indiquent qu'une alimentation ininterrompue des enfants souffrant de diarrhée au moyen de produits sélectionnés donne de meilleurs résultats sur le plan nutritionnel ou clinique (Khin-Maung et al. 1985; Santosham et al. 1985; Brown et al. 1988). On suppose que l'encouragement d'un traitement nutritionnel amélioré réduira ou éliminera les conséquences nutritionnelles négatives de la diarrhée et produira une amélioration générale de l'état nutritionnel de cette population.

Les objectifs précis du projet DMD consistent à déterminer les régimes d'alimentation faciles à utiliser pendant et après la maladie diarrhéique, appropriés sur le plan culturel, économiques et cliniquement efficaces, et d'une grande qualité nutritionnelle. La première étape du projet a été consacrée en partie à la description des modes d'alimentation actuels des nourrissons et des jeunes enfants ainsi qu'à l'identification des produits locaux convenant au traitement de la diarrhée. Cette information sert à formuler des régimes mixtes qui seront soumis à des essais cliniques pendant la deuxième étape du projet. Enfin, à la troisième étape, les régimes optimaux seront développés et lancés à grande échelle dans le cadre d'une campagne pilote de communication et d'éducation sanitaire dans les régions de langue yorouba de l'État de Kwara.

La première étape de la recherche comportait des études ethnographiques, une enquête d'échantillonnage, des enquêtes sur les marchés saisonniers et des études quantitatives sur l'apport alimentaire pendant et après la diarrhée. Nous allons passer en revue certains résultats préliminaires de ces études du Nigeria — des études qui soulignent l'importance des produits de sevrage à base de céréales fermentées dans la partie sud-ouest du pays. À la suite d'une description du site de l'étude, nous présenterons de l'information sur l'âge auquel les produits de sevrage précis sont introduits, les méthodes de préparation des produits à base de céréales fermentées, la teneur en macronutriments de ces produits, les quantités consommées et les techniques d'alimentation employées.

Le lieu d'étude

Les études sont centrées sur les régions du gouvernement local de langue yorouba de l'État de Kwara, qui se trouve à l'extrémité septentrionale du Yorubaland dans la ceinture de savane du sud-ouest du Nigeria. La population de l'État de Kwara est à prédominance musulmane, bien qu'il s'agisse d'une région de transition entre la population chrétienne qui se trouve en majorité

dans le sud du Nigeria et la population en majorité islamique du nord du Nigeria.

Les études quantitatives sur l'apport alimentaire et les observations sur les comportements à l'égard des modes d'alimentation ont été effectuées dans les villages de Laduba et Ago, situés à environ 20 km au sud de Ilorin, la capitale de l'État. Ces deux villages comptent au total près de 4 500 habitants, en comprenant ceux qui ont émigré dans un milieu urbain mais qui considèrent toujours le village comme étant leur lieu de domicile. En fait, près de 2 150 personnes habitent dans ces villages sur une base régulière, y compris environ 250 enfants de moins de cinq ans. Sur ce nombre, 100 enfants en moyenne ayant de six à 36 mois ont participé aux activités de surveillance et aux études sur le comportement et le régime alimentaire (le nombre d'enfants sous surveillance varie d'un mois à l'autre).

L'introduction des produits de sevrage

Une enquête représentative au niveau de la population portant sur l'alimentation infantile et les pratiques de traitement de la diarrhée a été entreprise dans les régions de langue yorouba de l'État de Kwara pendant la première moitié de 1987 au moyen d'une technique d'échantillonnage par recoupement. Les mères d'environ 2 600 enfants de moins de trois ans ont été interviewées. Trente régions de groupes représentatifs ont été choisies au hasard. Les résultats préliminaires de 18 de ces 30 groupes sont disponibles, dont neuf des régions rurales et neuf des régions urbaines. Étant donné que moins d'un tiers des habitants de l'État de Kwara réside dans des régions urbaines, ces régions sont excessivement représentées dans les groupes. Par conséquent, les résultats concernant les régions urbaines et rurales seront présentés séparément.

L'allaitement maternel était pratiqué de manière presque universelle pendant les premiers mois de vie (Tableau 1). Dans les régions urbaines et rurales, 69 et 29 %, respectivement, des enfants de 18 à 23 mois étaient toujours nourris au sein.

Une liste de tous les aliments donnés aux nourrissons et aux jeunes enfants a été préparée d'après les résultats des premières études ethnographiques (Bentley et al. 1988). Pendant l'enquête d'échantillonnage, on a demandé aux gardiens des enfants quels aliments avaient été consommés par l'enfant–indice durant les sept jours précédents. Les résultats de ces entrevues sont présentés dans le Tableau 2 selon les groupes d'âge et la résidence. Pendant les six premiers mois de vie, des bouillies de céréales liquides et des formules commerciales pour nourrissons (ou « fudu », du mot anglais « food ») étaient les principaux aliments consommés. Bien que les nourrissons des régions urbaines aient en général reçu des formules pour nourrissons plus fréquemment que ceux des régions rurales, les proportions de nourrissons recevant des bouillies étaient semblables.

Pendant le deuxième six mois de vie, presque tous les enfants ont reçu des

bouillies de céréales liquides, alors que la proportion de ceux qui ont reçu des formules pour nourrissons a décliné. Bien que la mention d'aliments solides ait commencé à apparaître dans les données sur la fréquence des repas, la plupart des aliments compris dans le questionnaire étaient consommés par moins de la moitié des enfants. En général, les enfants des régions urbaines avaient tendance à consommer chacun des aliments solides plus fréquemment que les enfants des régions rurales. Pendant la deuxième année de vie, les bouillies liquides restaient les produits les plus couramment consommés. De plus, la majorité des enfants commençait à recevoir des bouillies solidifiées (gélatinisées) ainsi que d'autres aliments solides.

Au cours d'études ethnographiques supplémentaires, l'opinion des mères a également été sollicitée sur le meilleur âge pour introduire des aliments solides, dont l'« amala » qui est couramment consommé (igname bouilli ou farine de manioc), le manioc et les doliques (Mebrahtu 1987; Schumann, D., Bentley, M.E., Adegbola C. Classification et traitement de la diarrhée chez les Yorubas de l'État de Kware, Nigeria. Soumis pour publication). Dans les régions rurales, la majorité des mères pensait que les enfants ne devraient pas recevoir d'aliments solides avant l'âge d'un an. Selon ces mères, une introduction plus précoce d'aliments solides pourrait entraîner des problèmes de développement chez l'enfant; un enfant nourri d'igname trop tôt, par exemple, pourrait devenir « wiwo » ou « lourd » (une condition indésirable), par contraste avec « fuye » ou « léger » — un état considéré comme sain.

Un enfant « lourd » n'est pas capable de marcher ou de se mouvoir convenablement, il est « inactif » et « lourd à porter ». Un bébé « fuye » est un bébé « actif », « léger à porter » et il ne donne pas de « problèmes à sa mère ». Pour obtenir l'état « fuye » désiré, l'enfant doit consommer de l'« ogi » (céréales

Tableau 1. Nombre (%) d'enfants allaités au sein, selon le groupe d'âge et le lieu de résidence.

	Régions urbaines			Régions rurales		
Groupe d'âge (mois)	Nombre d'enfants	Nombre d'enfants allaités au sein	%	Nombre d'enfants	Nombre d'enfants allaités au sein	%
0–5	200	198	99,0	199	194	97,5
6–11	160	156	97,5	197	195	99,0
12–17	165	130	78,8	137	122	89,1
18–23	106	31	29,2	101	70	69,3
24–35	161	6	3,7	157	24	15,3

Tableau 2. Pourcentage d'enfants consommant des aliments précis au moins une fois par semaine, selon le groupe d'âge et le lieu de résidence.

		Groupe d'âge (mois)				
Aliment	Résidence	0–5	6–11	12–17	18–23	24–35
Ẽdko mimu (bouillie liquide)	urbaine	34	94	96	94	91
	rurale	39	97	99	95	96
Eko jije (bouillie solide)	urbaine	1	22	50	62	74
	rurale	1	17	54	71	80
Ewa funfun (doliques)	urbaine	5	58	86	93	98
	rurale	3	42	77	87	91
Riz	urbaine	1	41	85	94	96
	rurale	2	25	73	84	91
Amala (igname)	urbaine	1	27	70	89	96
	rurale	2	23	59	75	92
Pain	urbaine	1	27	65	75	88
	rurale	2	19	52	80	81
Epa (arachide)	urbaine	1	17	50	69	79
	rurale	1	11	37	62	70
Eba (manioc)	urbaine	1	7	28	54	68
	rurale	0	3	16	42	59
Fève soja	urbaine	0	5	7	12	18
	rurale	1	6	12	12	18
Lait condensé	urbaine	4	19	40	55	59
	rurale	3	19	36	39	42
Formule pour nourrissons	urbaine	56	26	11	7	7
	rurale	32	11	4	2	2

fermentées, généralement préparées en bouillie) ainsi que du lait maternel et il doit rester à l'abri des maladies. Ces croyances sur l'alimentation des nourrissons et sur le sevrage peuvent avoir d'importantes répercussions en ce qui concerne l'amélioration de l'apport nutritif[1].

1 Les recherches ethnographiques sur le terrain devant délimiter la taxonomie populaire d'un bébé « sain » ou « malsain » sont en cours dans la zone d'intervention. Le concept de la « lourdeur » semble être lié aux symptômes du kwashiorkor, notamment l'oedème et la léthargie.

La préparation des bouillies de céréales et de céréales fermentées

En raison de la fréquence avec laquelle les bouillies de céréales étaient consommées par les nourrissons et les jeunes enfants, des études spéciales ont été entreprises pour déterminer la composition de la pâte de céréales fermentées («ogi») avec laquelle la bouillie est préparée, ainsi que la teneur «ogi» de la bouillie préparée et les quantités de bouillie servies et consommées. Au Nigeria, les produits à base de céréales fermentées sont préparés avec du maïs, du sorgho et du millet. Dans la zone de transition de l'État de Kwara, le maïs et le sorgho sont couramment utilisés; le maïs est plus couramment utilisé au sud, le sorgho et le millet étant plus populaires au nord. Dans tous les cas, le grain entier séché est mis à tremper dans l'eau à la température ambiante pendant un à trois jours. Le produit fermenté est ensuite broyé à l'eau pour former un bouillon épais qui est filtré au travers d'un tissu dans de l'eau supplémentaire, pour séparer le «chaff» de l'«ogi» ou pâte de céréales fermentées.

Dans les villages étudiés, l'«ogi» préparé à la maison est plus souvent à base de sorgho, tandis que les «ogi» qui sont produits pour la vente sont généralement à base de maïs. À la maison, l'«ogi» est laissé dans un récipient placé sous l'eau fraîche, qui doit être changée chaque jour pour éviter que le produit ne se détériore. Les «ogi» peuvent être conservés à la maison pendant trois à quatre jours. Pour préparer la bouillie de céréale ou «eko» aux fins de consommation, une partie de la pâte d'«ogi» entreposée est diluée dans un peu d'eau et cuite en la faisant bouillir; elle peut être servie à toute la famille ou aux enfants seulement. Les adultes consomment souvent la bouillie au petit déjeuner, tandis que les enfants (notamment les nourrissons) continuent de recevoir de la bouillie pendant toute la journée. Du sucre, du lait ou d'autres ingrédients peuvent parfois être ajoutés à la bouillie préparée.

La composition de l'«ogi»

Plusieurs études sur la teneur en éléments nutritifs des «ogis» de maïs ont déjà été publiées (Akinrele et Bassir 1967; Oke 1967; Banigo et Muller 1972; Ojofeitimi et al. 1984). Un résumé de ces premiers résultats indique que la teneur en eau de l'«ogi» est extrêmement variable (Tableau 3). Toutefois, lorsque la composition approximative est exprimée en unité de poids sec, les résultats sont plus uniformes. La teneur calorique de l'«ogi» est particulièrement stable, allant de 405 à 420 kcal/100g de poids sec; les teneurs en protéines et en matières grasses semblent plus variables, probablement en proportion du niveau de filtrage exécuté.

Cinq échantillons d'«ogi» ont été obtenus de Laduba et d'Ago, les villages étudiés; l'information recueillie à partir de ces échantillons a été comparée avec les données publiées. Les trois échantillons d'«ogi» de maïs (Tableau 4) avaient une teneur en éléments nutritifs semblable à celle des échantillons

précédents (Tableau 3). Là encore, la teneur en eau de l'« ogi » humide et la teneur en protéines par unité de poids sec de l'« ogi » étaient plus variables que la concentration énergétique du produit sec. Les « ogis » de sorgho préparés exclusivement pour usage à la maison, avaient des teneurs en eau et en protéines (N x 6,25) plus grandes par unité de poids sec que les « ogis » de maïs (Tableau 4). En raison de cette variabilité observée, il a été décidé qu'un aliquot de chaque « ogi » consommé pendant les études d'observation de l'apport alimentaire devrait être échantillonné, si possible, afin de déterminer les teneurs en azote et en eau. La teneur énergétique de l'« ogi » de poids sec équivalent pourrait alors représenter la valeur moyenne des valeurs publiées de la teneur énergétique des « ogi » secs.

Quarante et un échantillons d'« ogi » de maïs et 52 échantillons d'« ogi » de sorgho sont aujourd'hui disponibles avec ces études alimentaires. Les teneurs en eau des « ogi » de maïs variaient de 47,7 à 66,5 % des poids humides (moyenne ± ÉT, 58,1 ± 3,6 %), et celles des « ogi » de sorgho, de 45,6 à 84,6 % des poids humides (moyenne ± ÉT, 65,3 ± 8,7 %). Les répartitions de ces valeurs sont indiquées dans la Figure 1. Les résultats des analyses d'azote sont toujours en cours. Les teneurs azotées moyennes mesurées au cours des études précédentes ont donc été utilisées pour évaluer les teneurs protéiques des bouillies « ogi » aux fins de notre étude.

Tableau 3. Résumé des études précédentes de la composition approximative de l'« ogi » de maïs.

Composition approximative et unité d'analyse	Akinrele (1967)[a]	Oke (1967)[b]	Banigo (1972)[c]	Ojofeitimi (1984)[d]
Composition par 100 g de poids humide				
Humidité (g/100 g)	54,6	93,9	41,0	73,2
Protéines (g/100 g)	4,2	0,4	6,8	1,8
Matières grasses (g/100 g)	2,3	0,2	2,3	0,4
Glucides (g/100 g)	38,2	5,4	49,0	24,6
Énergie (kcal/100 g)	190,7	25,1	244,3	108,8
Énergie protéique (%)	8,8	6,7	11,1	6,6
Composition par 100 g de poids sec				
Protéines (g/100 g)	9,2	6,9	11,5	6,7
Matières grasses (g/100 g)	5,1	3,0	3,9	1,4
Glucides (g/100 g)	84,3	89,3	83,0	91,6
Énergie (kcal/100 g)	420,1	411,6	414,0	405,4

[a] Bouillie traditionnelle de céréales cuites
[b] Ogi local, séché au four
[c] Préparation en laboratoire, échantillonnage mélangé
[d] Ogi local

Tableau 4. Composition approximative des «ogis» de sorgho et de maïs obtenus des villages étudiés.

Composition approximative et unité d'analyse	Type d'«ogi»	
	Maïs (n=3)	Sorgho (n=2)
Composition par 100 g de poids humide		
Humidité (g/100 g)	54,0 ± 1,9[a]	68,2 ± 4,6
Protéines (g/100 g)	3,5 ± 0,2	4,4 ± 0,1
Matières grasses (g/100 g)	2,2 ± 0,2	1,7 ± 0,1
Fibres brutes (g/100 g)	0,2 ± 0,1	0,9 ± 0,2
Glucides (g/100 g)	39,8 ± 2,1	24,2 ± 4,2
Cendres (g/100 g)	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,1
Énergie (kcal/100 g)	193,0 ± 7,4	129,5 ± 18,5
Énergie protéique (%)	7,2 ± 0,5	13,8 ± 1,9
Composition par 100 g de poids sec		
Protéines (g/100 g)	7,6 ± 0,5	14,0 ± 1,9
Matières grasses (g/100g)	4,8 ± 0,5	5,4 ± 0,4
Fibres brutes (g/100 g)	0,4 ± 0,1	2,9 ± 0,2
Glucides (g/100 g)	86,5 ± 1,0	75,6 ± 2,1
Cendres (g/100 g)	0,6 ± 0,3	2,1 ± 0,1
Énergie (kcal/100 g)	420,0 ± 2,7	406,9 ± 1,1

[a] Moyenne ± ÉT.

La composition des bouillies de céréales et les quantités consommées

Les études quantitatives de l'apport alimentaire ont également été réalisées à Laduba et à Ago. Les enfants de cinq à 30 mois ont été enrôlés dans un programme de surveillance quotidienne au domicile des maladies diarrhéiques. L'apparition de la diarrhée a été définie comme étant l'excrétion de quatre selles liquides ou semi-liquides ou plus dans une période de 24 heures. En cas d'apparition de diarrhée, des études alimentaires étaient entreprises le jour suivant. Un deuxième jour d'étude était effectué pendant la maladie diarrhéique, et deux jours supplémentaires au début de la convalescence et de nouveau deux semaines après le rétablissement. Pendant tous les jours d'étude, un diététicien restait dans la famille auprès de l'enfant–indice pendant au moins 12 heures. Les ingrédients de toutes les préparations de recettes et les quantités d'aliments et de liquides consommés étaient mesurés au gramme près. La consommation de lait maternel était évaluée au moyen de pesées; on a supposé que la consommation totale de lait pendant 24 heures était deux fois égale à celle des apports diurnes sur une période de douze heures. On a évalué les teneurs protéique et calorique du lait maternel de 67 kcal/100 g

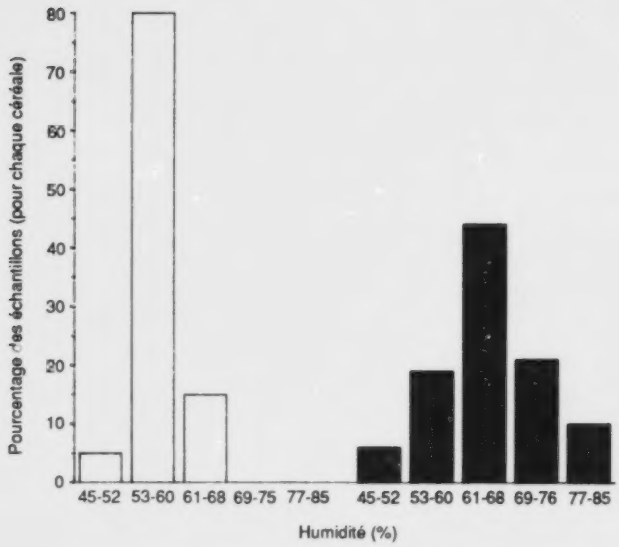

Fig. 1. Répartition des pourcentages de la teneur en eau des « ogi » de maïs (□) et des « ogis » de sorgho (■) (N = 41 « ogi » de maïs et N = 52 « ogi » de sorgho).

et 1,1 g de protéine/100 g, respectivement. Les méthodes précises utilisées au cours de ces études alimentaires ont déjà été décrites (Brown et al. 1982; Brown 1984).

On dispose des résultats relatifs à 36 enfants (23 garçons et 13 filles); ces résultats couvrent une période de 199 jours pendant lesquels de l'« ogi » a été consommé pendant et après la diarrhée. Aucun « ogi » n'a été consommé

Tableau 5. Âge, poids, taille et état nutritionnel relatif des enfants au moment de l'étude alimentaire initiale (n=36).

Caractéristique	Moyenne	ÉT	Min.	Max.
Âge (mois)	12,1	6,2	5,0	26,0
Poids (kg)	7,52	1,79	3,9	13,4
Taille (cm)	70,7	6,3	61,0	87,7
Taille pour l'âge (Z)[a]	−1,34	1,46	−4,78	1,44
Poids pour la taille (Z)[a]	−1,39	1,04	−4,80	0,99

[a] Z, nombre d'écarts-type supérieurs ou inférieurs au 50e percentile de la population de référence, selon l'âge et la taille.

Tableau 6. Consommation moyenne (± ÉT) quotidienne d'éléments énergétiques en fonction de la source alimentaire et la phase de la maladie.

Apport énergétique et source	Phase de la maladie		
	Diarrhée (n=36)	Convalescence (n=33)	Post-guérison (n=30)
Apport énergétique total (kcal/kg/jour)	85,9 ± 30,1	88,9 ± 23,3	81,3 ± 26,4
Apport énergétique du lait maternel (kcal/kg/jour)	64,1 ± 25,1[a]	64,2 ± 23,0[a]	55,9 ± 22,5[a]
Apport énergétique de la bouillie (kcal/kg/jour)	22,7 ± 12,8	20,7 ± 15,6	22,3 ± 13,8

[a] Seuls les enfants alimentés au sein sont inclus: n=31, 28, 27, respectivement.

Tableau 7. Composition des bouillies de céréales par type d'«ogi»

	Type d'«ogi»	
	maïs (n=385)[a]	sorgho (n=393)[a]
Teneur «ogi» de la bouillie		
g poids humide /100 g de bouillie	13,1 ± 8,0[b]	18,7 ± 10,7
g poids sec /100 g de bouillie	5,6 ± 3,7	6,4 ± 4,1
Teneur énergétique de la bouillie kcal/100 g de bouillie	25,4 ± 15,6	26,9 ± 17,8
Teneur protéique de la bouillie g/100 g de bouillie	0,44 ± 0,29	0,90 ± 0,58

[a] Nombre de rations
[b] Moyenne ± É.T.

pendant sept des jours d'observation; par conséquent, ces jours n'ont pas été compris dans les analyses. Pendant six des jours d'observation, deux types d'«ogi» ont été mélangés selon des proportions inconnues; ces jours ont également été exclus. Le Tableau 5 montre l'âge et l'état nutritionnel des enfants au moment de l'étude alimentaire initiale. Les enfants présentaient un léger retard de croissance et un peu de rachitisme par comparaison avec les

données de référence du National Center for Health Statistics des É-U (USNCHS 1977). Les analyses préliminaires ont indiqué que la phase de la maladie ou du rétablissement n'influençait pas la quantité de calories ou de protéines consommée; il est donc tenu compte de tous les résultats, indépendamment de l'état individuel (Tableau 6).

L'« ogi » compris dans les bouillies a été analysé selon le type et le groupe d'âge des enfants. Il y avait 20 enfants de moins de 12 mois (éventail de cinq à 11 mois) et 16 enfants de 12 mois ou plus (éventail de 12 à 26 mois). Étant donné que la composition des bouillies était semblable dans les deux groupes d'âge, les données ont été combinées. Comme l'indique le Tableau 7, les bouillies comprenaient environ 50 % plus d'« ogi » de sorgho que d'« ogi » de maïs. Toutefois, en raison du fait que les « ogi » de sorgho étaient plus dilués, les poids secs de l'« ogi » des deux types de bouillies étaient semblables, tout comme leurs teneurs respectives en éléments énergétiques. En raison de la plus grande teneur protéique des « ogi » de sorgho par unité de poids sec, la teneur protéique des bouillies de sorgho était proportionnellement plus élevée. Il est possible que les mesures répétitives dans les groupes d'enfants soient étroitement corrélées; il faut donc être prudent lorsqu'on interprète ces écarts-types; ces analyses et d'autres ne devraient pas être fondées sur les enfants à titre individuel mais sur les rations ou les jours d'observation. Lorsque ces corrélations sont fortement positives, les écarts-types peuvent être sous-estimés et vice versa. Des analyses futures des données complètes examineront, et le cas échéant, corrigeront ce problème potentiel.

La répartition des teneurs de l'« ogi » et des densités énergétiques des bouillies est indiquée dans les Figures 2 et 3. La densité énergétique moyenne (± ÉT) de toutes les rations de bouillie était de 26,2 ± 16,8 kcal/100g. Il existait une relation positive, statistiquement significative, entre la densité énergétique d'une simple ration de bouillie et l'énergie totale consommée pendant le repas (Fig. 4); les enfants qui recevaient moins de rations d'un type particulier de bouillie avaient toutefois tendance à recevoir des bouillies d'une plus grande densité énergétique (Tableau 8). À plusieurs reprises, d'autres ingrédients, comme le sucre, les œufs, les formules pour nourrissons ou autres aromatisants, ont été ajoutés aux bouillies. Dix-sept enfants ont reçu des bouillies « fortifiées » pendant trente-huit jours d'observation. La densité énergétique moyenne quotidienne des bouillies fortifiées était de 35,6 ± 24,0 kcal/100 g; cela doit être comparé à 26,5 ± 15,4 kcal/100 g dans le cas des bouillies non fortifiées ($p = 0,03$). Les densités protéiques des bouillies fortifiées et non fortifiées étaient presque identiques.

Les quantités de bouillies offertes et consommées à chaque repas étaient semblables dans le cas des deux types d'« ogi ». Ces quantités sont donc présentées en fonction du groupe d'âge seulement dans le Tableau 9. Les enfants de plus de 11 mois consommaient plus de bouillie à chaque repas, autant en termes absolus qu'en proportion de leur poids corporel. Les enfants des deux groupes d'âge consommaient environ 85 % de la quantité offerte.

Les rations individuelles de bouillies sont résumées par jour d'observation

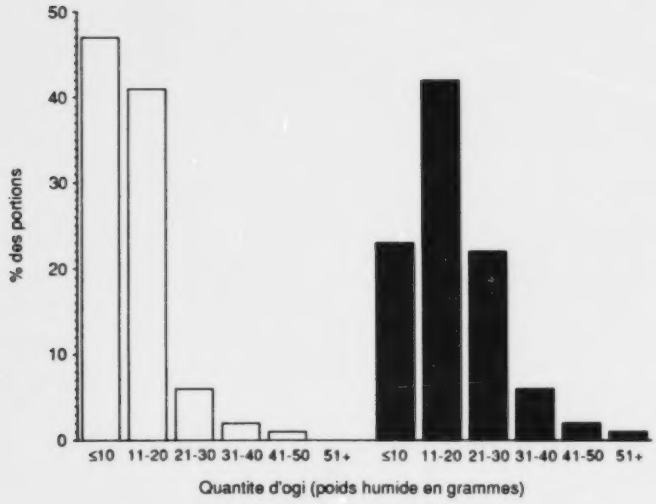

Fig. 2. Répartition de la teneur «ogi» des bouillies de céréales selon le type d'«ogi» (□, maïs; ■, sorgho).

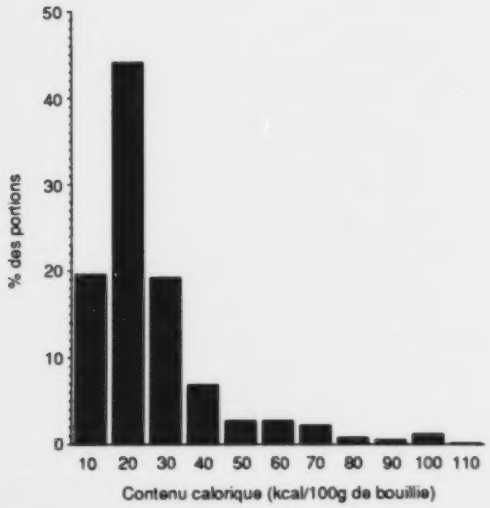

Fig. 3. Répartition de la teneur énergétique des bouillies de céréales.

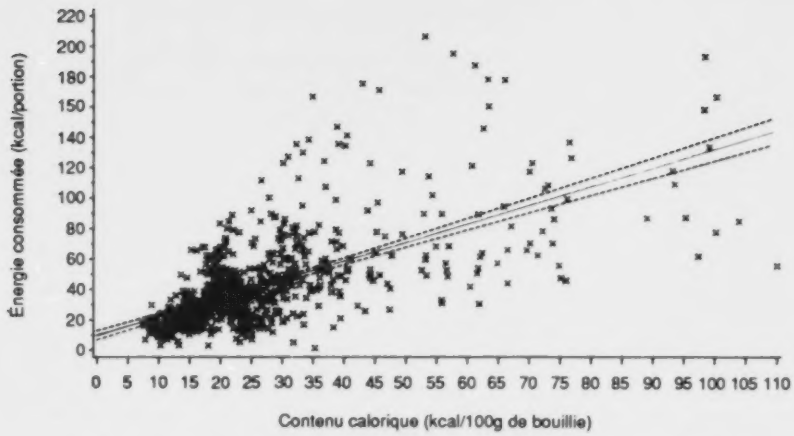

Fig. 4. Relation entre la densité énergétique d'une ration de bouillie (n = 774) et la quantité d'énergie consommée par ration. Une simple droite de régression linéaire est indiquée à raison d'une probabilité de présence de 95 % : $y = 9{,}723 + 1{,}216x$, $r^2 = 0{,}42$, $F = 569$, $p < 0{,}0001$.

Tableau 8. Densité énergétique moyenne (kcal/100 g de bouillie) des bouillies de céréales en fonction du nombre de repas offerts par jour et par ordre de repas (n = 199 jours d'observation).[a]

	Nombre de rations offertes par jour							
Ordre des rations (nombre de jours)	1 (17)	2 (11)	3 (41)	4 (65)	5 (47)	6 (13)	7 (4)	Total
1 (199)	46	45	29	26	23	25	15	28 ± 19
2 (182)		47	29	26	23	25	15	27 ± 17
3 (171)			29	27	22	25	15	25 ± 16
4 (130)				26	23	20	15	24 ± 15
5 (65)					25	19	16	23 ± 15
6 (18)						20	17	20 ± 9
7 (5)							22	22 ± 14
Tous	46 ±18	46 ±27	29 ±18	26 ±17	23 ±13	22 ±14	16 ±7	22 ± 9

[a] Un enfant avait eu huit rations.

afin de déterminer les quantités totales consommées (Tableau 9). Les enfants plus jeunes ont reçu d'une à sept rations par jour (moyenne ± ÉT, 4,1 ± 1,1). Les enfants plus âgés ont reçu une à huit rations par jour (moyenne ± ÉT, 3,5 ± 1,6). Les quantités totales de bouillie consommée chaque jour étaient supérieures chez les enfants plus âgés en dépit du nombre moyen de rations légèrement plus petit. Les enfants plus jeunes ont reçu des bouillies de

Tableau 9. Quantité de bouillies de céréales servies et consommées par ration ou par jour, selon le groupe d'âge.

	Groupe d'âge (mois)	
	5–11 (n=484 ; 116)[a]	12–26 (n=294 ; 83)[a]
	Quantité par ration	
Quantité servie		
g/ration	154 ± 39[b]	58 ± 97
g/kg poids corporel par ration	3,5 ± 7,2	2,4 ± 10,7
Quantité consommée		
g/ration	29 ± 43	24 ± 86
g/kg poids corporel par ration	9,6 ± 7,3	8,6± 11,3
% de la quantité servie	3,5 ± 16,9	7,6 ± 18,7
	Quantité par jour	
Nombre de rations	,1 ± 1,1	,5 ± 1,6
Quantité servie		
g/jour	38 ± 210	94 ± 464
g/kg par jour	8 ± 38	13 ± 66
Quantité consommée		
g/jour	32 ± 215	80 ± 481
g/kg par jour	1 ± 37	01 ± 67
Énergie consommée		
kg/jour	30 ± 80	03 ± 140
kcal/kg par jour	9,6 ± 11,6	5,7 ± 18,3

[a] Nombre de rations ; jours d'observation.
[b] Moyenne ± ÉT.

20 kcal/kg de poids corporel par jour alors que les enfants plus âgés ont reçu environ 26 kcal/kg par jour.

Tous les plus jeunes enfants ont reçu du lait maternel chaque jour d'observation (Tableau 10). Les quantités consommées variaient de 128 à 1 501 g/jour (moyenne ± ÉT, 692 ± 289) ; ces quantités de lait maternel ont fourni des apports énergétiques variant de 12,6 à 137,1 kcal/kg de poids corporel par jour (moyenne ± ÉT, 68 ± 25). Onze des enfants plus âgés ont reçu du lait maternel pendant 60 jours d'observation. Comme on s'y attendait, les enfants plus âgés ont reçu moins de lait maternel et d'énergie provenant du lait que les enfants plus jeunes.

Les apports énergétiques totaux provenant de toutes les sources s'élevaient en moyenne à 87,7 kcal/kg de poids corporel par jour chez les enfants plus jeunes et à 83 kcal/kg par jour chez les enfants plus âgés (Tableau 10). Ces chiffres représentent respectivement 90 et 80 % des niveaux d'apport énergétique en fonction de l'âge recommandés par l'Organisation pour l'Agriculture

Tableau 10. Quantité de lait maternel et d'énergie totale consommée par jour et par groupe d'âge.

	Groupe d'âge (mois)	
	5–11 (n=116)[a]	12–26 (n=83)[a]
	Lait maternel	
Quantité		
g/jour	692 ± 289[b]	606 ± 267[b]
g/kg poids corporel par jour	102 ± 38	77 ± 34[c]
Énergie		
kcal/jour	464 ± 194	406 ± 179[c]
kcal/kg poids corporel par jour	68 ± 25	52 ± 23[c]
	Apport énergétique total	
Quantité		
kcal/jour	593 ± 212	692 ± 288
kcal/kg poids corporel par jour	87,7 ± 28,0	83,0 ± 31,4
% des recommandations FAO/OMS	90 ± 30	80 ± 30
% selon les sources		
Lait maternel	77 ± 11	45 ± 31
Bouillies de céréales fermentées	23 ± 11	32 ± 19
Autre	0	23 ± 35

[a] Nombre de jours d'observation (pas de lait maternel consommé pendant vingt-trois jours d'observation des enfants plus âgés, et les valeurs les concernant ne sont pas comprises dans les moyennes de groupe en ce qui a trait aux variables du lait maternel).
[b] Moyenne ± É.T.
[c] n = 60

et l'Alimentation (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (FAO/OMS/UNU 1985). Les bouillies de céréales fermentées fournissaient 23 % de l'énergie consommée par les enfants plus jeunes (100 % de l'énergie ne provenant pas du lait maternel) et 32 % de l'énergie consommée par les enfants plus âgés (58 % de l'énergie ne provenant pas du lait maternel).

Méthodes d'alimentation

Étant donné que les premières observations des études alimentaires quantitatives et ethnographiques ont démontré l'importance de l'alimentation à la main, des questions ont été ajoutées à l'enquête pour déterminer la prévalence de cette méthode d'alimentation. Pendant l'alimentation à la main, l'enfant est généralement tenu soit en supination sur les genoux de la mère, soit placé sur les genoux de la mère assise, la tête retombant en arrière. La mère place alors sa main en coupe sur la bouche de l'enfant pour servir d'entonnoir lorsqu'elle

lui donne un aliment liquide ou semi-liquide. Lorsque l'enfant refuse de manger, la mère peut mettre de force les aliments dans la bouche de l'enfant en lui fermant simultanément le nez avec sa main en coupe; l'enfant est alors incapable de respirer tant qu'il n'a pas avalé toute la nourriture.

Les professionnels de la santé craignent que cette technique accroisse les risques de pneumonie de déglutition et découragent activement son usage; cependant, cette pratique est extrêmement courante et elle fournit un moyen efficace pour administrer des volumes relativement grands d'aliments ou de liquides à un enfant en une période de temps très courte. Comme l'indique le Tableau 11, il a été observé que l'alimentation à la main était pratiquée par environ 63 % des 1022 mères qui ont été interrogées. Cette technique d'alimentation est employée surtout avec les enfants de six à 11 mois, autant dans les régions urbaines que rurales; son usage diminue à mesure que l'enfant grandit. Cette méthode est peut-être employée plus longtemps dans les familles rurales.

Lorsqu'il a été demandé aux mères, pendant les études ethnographiques, pourquoi elles nourrissaient leurs enfants de cette manière, nombre d'entre elles ont répondu que c'était « rapide » et « gagnait du temps ». En général, les mères ont indiqué qu'elles « nourrissaient à la main » leur enfant sauf s'il refuse la bouillie. Dans ce cas, presque toutes ont recours à « l'alimentation forcée ». Les enfants qui ont un appétit réduit (pendant la diarrhée par exemple) semblent être les candidats de choix de l'alimentation forcée.

Les modes d'alimentation employés par les mères

Les résultats précités sur l'alimentation à la main ou l'alimentation forcée nous a entraînés, dans les études alimentaires longitudinales, à quantifier les comportements alimentaires. Nous désirions déterminer si, en fait, il existait des changements dans les modes d'alimentation pendant et après la diarrhée, par comparaison avec les jours exempts de maladie et si les changements dans les comportements influaient sur les apports nutritifs observés pendant ces intervalles. Des observations structurées ont été faites pour décrire quantitativement les techniques employées dans l'alimentation à l'« ogi ». Des définitions opérationnelles rigoureuses ont été développées, et l'instrument a été soumis à des essais pilotes considérables afin de réduire la variance entre observateurs. Les observations structurées avaient pour but d'évaluer la fréquence de chaque type de mode d'alimentation (à la main, forcée et à la cuillère) pendant les périodes de diarrhée, de convalescence et de santé, et d'associer ce mode d'alimentation aux apports nutritifs pendant ces trois étapes de maladie ou de rétablissement. Jusqu'à présent, seules les premières analyses ont été réalisées.

Dix enfants ont été étudiés au cours de 184 repas. Les résultats ne sont que préliminaires et la collecte de données est toujours en cours. Sur tous les repas de bouillie, 32 % étaient administrés à la main, 53 % administrés de force et 15 % administrés à la cuillère. Pendant la majorité de ces observations (84 %), l'enfant était dans la position allongée exigée pour l'alimentation forcée ou à la main.

Tableau 11. Pourcentage des mères qui ont recours à l'alimentation à la main, selon le groupe d'âge et la résidence.

	Résidence	
Groupe d'âge (mois)	urbaine	rurale
0–5	67,3	69,3
6–11	86,7	82,9
12–17	77,3	76,4
18–23	35,7	64,8
24–35	22,0	24,5

Les études d'observation ont indiqué que l'alimentation forcée s'était produite pendant 71 % des jours d'observation, pendant la maladie diarrhéique, par comparaison avec respectivement 50 et 33 % au début de la convalescence ou après la guérison. Les tailles extrêmement petites des cellules écartent la possibilité de faire des tests statistiques, mais il est possible que l'augmentation de l'alimentation forcée rapportée pendant la diarrhée dans les études ethnographiques soit correcte. Il n'est pas possible de dire à présent si elle est effectuée en réaction contre l'anorexie infantile.

Résumé et conclusions

Étant donné la fréquence avec laquelle les aliments à base de céréales fermentées sont offerts aux nourrissons et aux jeunes enfants dans le sud-ouest du Nigeria, nous devons en reconnaître l'importance. Souvent, ils constituent la seule source d'éléments nutritifs ne provenant pas du lait maternel jusqu'à la deuxième et parfois la troisième année de vie. Malheureusement, la contribution nutritionnelle de ces produits à l'apport nutritif total est limitée par leur faible densité nutritive lorsqu'ils sont préparés sous forme de bouillies de céréales.

La densité nutritive des bouillies est limitée par la viscosité des céréales cuites et par l'opinion ancrée dans cette culture que les nourrissons et les jeunes enfants ne devraient pas recevoir à manger des aliments solides. Il est improbable que la quantité de bouillie liquide absorbée puisse être considérablement augmentée: avec chaque ration servie, l'enfant moyen consomme jusqu'à 2 à 3 % de son poids corporel — une quantité proche de la capacité gastrique fonctionnelle des enfants de ce groupe d'âge. Il n'est pas certain que le nombre de rations offertes quotidiennement puisse être augmenté; le temps requis pour préparer la bouillie et l'administrer empiète sur le temps requis pour que la gardienne puisse se livrer à un grand nombre d'autres activités.

Les interventions possibles visant à améliorer l'apport alimentaire de ces enfants pourraient inclure une introduction précoce d'aliments solides à forte teneur nutritive, un enrichissement de la bouillie de céréales par des suppléments nutritifs, ou les deux. Une source d'amylase pourrait probablement être

ajoutée à ces aliments pour réduire leur viscosité. En raison du fait que nous pensons que les mères éprouveraient beaucoup de réticence à introduire précocement des aliments solides, nous avons décidé d'encourager l'usage de bouillies fortifiées.

Les suppléments alimentaires à grande valeur calorique, peu coûteux et disponibles au niveau local, pouvant contribuer à la densité énergétique des bouillies liquides, sont l'huile de palme et le sucre. L'huile de palme a l'avantage de fournir de plus grandes quantités d'énergie et de vitamine A et réduirait probablement la viscosité de la bouillie cuite. Les autres suppléments protéiques possibles sont les doliques, les arachides, les graines de melon et le soja. Les arachides et les graines de melon ne sont pas des suppléments protéiques idéaux en raison de leur teneur relativement faible en lysine; le soja serait un supplément parfait, mais il n'est pas encore disponible dans de nombreuses régions du Nigeria (voir Tableau 2). Pour ces raisons, nous avons décidé de mettre au point des recettes à base de bouillies de céréales enrichies avec de l'huile de palme et des doliques. Des études cliniques et des essais d'acceptabilité de ces produits sont actuellement en cours.

Un sujet de préoccupation soulevé par l'usage de bouillies enrichies d'huile est la possibilité d'induction de la pneumonie huileuse chez les enfants nourris à la main et qui aspirent une certaine partie des aliments. Nous procéderons donc à des expérimentations animales sur la pneumonie huileuse, en utilisant l'huile de palme comme source lipidique. Il sera tenu compte des résultats de ces études pendant la planification du programme d'intervention final.

Une autre stratégie d'intervention serait d'encourager l'alimentation à la cuillère du produit céréalier fortifié. Nous prévoyons enquêter sur la possibilité d'une mise en oeuvre réussie de ce changement de technique d'alimentation; il faut tenir compte du fait que l'alimentation à la cuillère exigera probablement davantage de temps de la part des mères qui sont déjà souvent surchargées de travail. Il faut également reconnaître que l'alimentation forcée, telle qu'elle est actuellement pratiquée, peut constituer un mécanisme nutritionnel d'adaptation, compensant pour la dilution extrême des préparations céréalières; cela pourrait également aider dans le traitement de l'anorexie.

Remerciements

Ces travaux ont été appuyés par l'Office of Nutrition, US Agency for International Development (Dietary Management of Diarrheal Disease Program No. DAN-1010-A-00-5119-00).

Bibliographie

Akinrele, I.A., Bassir, O. 1967. The nutritive value of "ogi," a Nigerian infant food. Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 70, 279-280.

Banigo, E.O.I., Muller, H.G. 1972. Manufacture of ogi (a Nigerian fermented cereal porridge): comparative evaluation of corn, sorghum and millet. Canadian Institute of Food Technology Journal, 5, 217-221.

Bentley, M.E., Pelto, G.H., Straus, W.L., Schumann, D.A., Adegbola, C., de la Pena, E., Oni, G.A., Brown, K.H., Huffman, S.L. 1988. Rapid ethnographic assessment: applications in a diarrhea management program. Social Science and Medicine, sous presse.

Black, R.E., Brown, K.H., Becker, S. 1984. Effects of diarrhea associated with specific enteropathogens on the growth of children in rural Bangladesh. Pediatrics, 73, 799-805.

Brown, K.H. 1984. Measurement of dietary intake. Population and Development Review, 10 (Suppl), 69-91.

Brown, K.H., Black, R.E., Robertson, A.D., Akhtar, N.A., Admed, M.G., Becker, S. 1982. Clinical and field studies of human lactation: methodological considerations. American Journal of Clinical Nutrition, 35, 745-756.

Brown, K.H., Gastanaduy, A.S., Saavedra, J.M., Lembcke, J., Rivas, D., Robertson, A.D., Yolken, R. 1988. Effect of continued oral feeding on clinical and nutritional outcomes of acute diarrhea in children. Journal of Pediatrics, sous presse.

Brown, K.H. 1984. Measurement of dietary intake. Population and Development Review, 10 (Suppl), 69-91.

Brown, K.H., Black, R.E., Robertson, A.D., Akhtar, N.A., Admed, M.G., Becker, S. 1982. Clinical and field studies of human lactation: methodological considerations. American Journal of Clinical Nutrition, 35, 745-56.

Brown, K.H., Gastanaduy, A.S., Saavedra, J.M., Lembcke, J., Rivas, D., Robertson, A.D., Yolken, R. 1988. Effect of continued oral feeding on clinical and nutritional outcomes of acute diarrhea in children. Journal of Pediatrics, sous presse.

FAO/OMS/UNU (Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation/Organisation mondiale de la santé/Université des Nations Unies). 1985. Energy and protein requirements. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse. Rapports techniques 724.

Khin-Maung, U., Wai, N.N., Myo-Khin, Mu-Mu-Khin, Tin-U, Thane-Toe. 1985. Effect on clinical outcome of breast feeding during acute diarrhea. British Medical Journal, 290, 587.

Martorell, R., Habicht, J.P., Yarbrough, C., Lechtig, A., Klein, R.E., Western, K.A. 1975. Acute morbidity and physical growth in Guatemalan children. American Journal of Diseases of Children, 129, 1296-1299.

Mebrahtu, S. 1987. Infant feeding practices in Kwara State, Nigeria. Dietary Management of Diarrhea Project, Directing Council Report.

Ojofeitimi, E.O., Afolabi, O.A., Fapojuwo, Grissom, F.E.G., Oke, O.L. 1984. The use of black-eyed cowpeas, maize-gruel mixture ("ewa-ogi") in the treatment and

prevention of infantile protein malnutrition. Nutrition Reports International, 30, 841-851.

Oke, O.L. 1967. Chemical studies on the Nigerian foodstuff "ogi." Food Technology, 21, 202-204.

Rowland, M.G.M., Cole, T.J., Whitehead, R.G. 1977. A quantitative study into the role of infection in determining nutritional status in Gambian village children. British Journal of Nutrition, 37, 441-450.

Santosham, M., Foster, S., Reid, R., Bertrando, R., Sack, R.B. 1985. Role of soy-based, lactose-free formula during treatment of acute diarrhea. Pediatrics, 76, 292-298.

USNCHS (United States National Center for Health Statistics). 1977. Growth curves for children, birth-18 years, United States. USNCHS, Rockville, MD, É-U. Vital and Health Statistics, Series 11, No. 165.

La fermentation des produits de sevrage à base de céréales et de légumineuses

M.M. Keregero[1] et R.L.N. Kurwijila[2]

[1]Department of Food Science and Technology, Sokoine University of Agriculture, BP 3006, Morogoro, Tanzanie; et [2]Department of Animal Science and Production, Sokoine University of Agriculture, BP 3004, Morogoro, Tanzanie

Résumé *Le présent document étudie certaines méthodes traditionnelles courantes de préparation des produits de sevrage à base de céréales et de tubercules en Tanzanie. L'observation courante est que la plupart de ces aliments ont une consistance aqueuse et claire ainsi qu'une faible valeur nutritive. Par conséquent, pour satisfaire leurs besoins nutritionnels, les enfants en croissance doivent en consommer une grande quantité. Les légumineuses sont rarement utilisées. Le besoin d'introduire des techniques ménagères afin d'améliorer la valeur nutritive des aliments de sevrage est évalué; les méthodes permettant d'atteindre cet objectif sont examinées. Les résultats des études préliminaires sur la préparation et l'usage de produits à base de céréales, de légumineuses, ou des deux, pour les enfants d'âge préscolaire, sont fournis. L'information disponible indique qu'il est possible d'améliorer la qualité des produits de sevrage à base de céréales et de légumineuses au moyen d'une simple fermentation spontanée.*

Dans la plupart des pays africains, y compris la Tanzanie, les nourrissons sont exclusivement nourris de lait maternel, de succédanés du lait maternel, ou des deux, jusqu'à quatre à six mois. À partir de cet âge et jusqu'à deux à trois ans, diverses formes d'aliments, semi-liquides à solides, sont introduits. À un certain moment de cette période, les enfants seront sevrés du lait liquide d'un coup et ils dépendront des aliments à base de plantes-racines (manioc, patates douces, ignames) ou de céréales (maïs, sorgho, millet, riz) – rarement de légumineuses comme les haricots, les pois chiches ou le soja.

Ces aliments sont généralement donnés sous forme de gruaux ou de préparations bouillies, semi-liquides. Pour obtenir les consistances désirées d'écoulement libre, des bouillons contenant environ 10% de farine sont utilisés dans la préparation des gruaux (Mosha et Svanberg 1983). Les concentrations énergétiques et nutritives de ces préparations sont généralement trop faibles; des efforts ont été faits pour réduire la viscosité des gruaux et augmenter leur concentration en matière sèche. Mosha et Svanberg (1983) ont développé une simple technique de prégermination des grains de sorgho pour produire une enzyme, l'amylase, qui hydrolyse l'amidon du grain. Cette technique réduit la

capacité de la farine à se fixer à l'eau, rendant possible la préparation de gruaux de consistance convenable à partir de bouillons contenant jusqu'à 25% de farine. D'autres techniques destinées à améliorer la valeur nutritive des gruaux dans l'alimentation des enfants comprennent l'usage des farines de graines de légumineuses mélangées à des farines de céréales. D'autres améliorations de la consistance, de la saveur et de la valeur nutritive peuvent être réalisées au moyen de simples techniques de fermentation spontanée. De telles techniques sont employées depuis longtemps en Asie (Herseltine et Wang 1972). En prenant pour cadre la Tanzanie, cet article cherche à examiner autant les possibilités que les limites de la technique ménagère de fermentation des aliments de sevrage.

La préparation des gruaux de céréales

En Tanzanie, les diversités sur le plan écologique et culturel ont donné lieu à une grande variété d'aliments de sevrage; ceux-ci peuvent être classés dans quatre groupes:

- le « mélange unique » est un aliment de sevrage composé d'une seule denrée, en général une farine de céréale, transformée en bouillie ou gruau;
- le « double mélange » est composé soit d'une céréale, soit de farine de plantes-racines ou de bananes, en purée avec un peu de lait ou de graisse animale;
- le « mélange triple » contient des sources d'amidon, des fruits et de la purée de légumes;
- le « multimélange » comprend les variétés déjà mentionnées, avec l'addition de tout autre aliment que la mère juge acceptable et présentable.

Les techniques traditionnelles de conditionnement de l'« uji » de céréales

« Uji » est le mot kiswahili utilisé pour décrire une préparation liquide de bouillie de farine de céréale. En Tanzanie, il est d'usage de faire bouillir de la farine de maïs, de sorgho, de millet ou de manioc pour obtenir une bouillie. Du sucre et du citron sont souvent ajoutés pour en améliorer la saveur. Lorsqu'il est destiné aux mères qui viennent juste d'accoucher, on lui ajoute souvent du lait fermenté ou du beurre pour en améliorer la saveur et la valeur nutritive. Dans certaines régions du pays, notamment dans le district de Tarime en bordure du Kenya, il est d'usage de préparer l'« uji » à partir d'une bouillie de farine de millet, de sorgho ou de maïs fermentée. Au Kenya, cette pratique est très courante (Mlingi 1988). En ce qui concerne l'alimentation des nourrissons de quatre à six mois, les cliniques d'hygiène maternelle et infantile

recommandent aux mères de préparer l'« uji » à partir de céréales et d'arachides, selon une proportion de 1:1 (Semoka, communication personnelle).

L'usage d'additifs comme le beurre, le lait, les arachides, le jus de citron ou le lait fermenté indique clairement que la pratique traditionnelle tient compte du besoin d'améliorer la valeur nutritive et la saveur de l'« uji » à base de céréales ou de tubercules. Nous allons maintenant voir si la fermentation peut ou non contribuer à cette amélioration.

La fermentation des céréales et des aliments féculents

La préparation du « gari », un aliment nigérian à base de manioc, sert d'exemple d'application ménagère de la technique de fermentation dans les pays de l'Afrique subsaharienne (Ketiku et Omololu 1988). En Tanzanie, le manioc est fermenté à la maison suivant l'une de deux méthodes: ou il est mis à tremper dans de l'eau pendant trois à six jours, ou il est haché et recouvert de paille pendant la même période de temps. Il est ensuite séché et moulu en farine (Mlingi 1988). Dans certaines régions, on préfère le recouvrir de feuilles de bananes ou d'herbe fraîchement coupée, car l'on croit que cela accélère la fermentation qui ne prendra alors que trois jours, surtout si le manioc n'est pas resté trop longtemps au soleil après avoir été pelé.

Une fermentation naturelle et spontanée est également employée dans la préparation du gâteau féculent « ogi » à base de maïs et d'une boisson de maïs acide appelée « mahewu » en Afrique australe et « uji » en Afrique orientale (Schweigart et Fellingham 1963; Akinrele 1970; Mbugua 1984). En Afrique occidentale, la transformation du maïs en « ogi » au Nigeria, ou en « akasa/koko » au Ghana, comporte la fermentation du grain selon la méthode suivante: le maïs est mis à tremper dans de l'eau pendant la nuit, puis broyé humide; la pâte résultante est ensuite mélangée avec de l'eau; suivent la filtration et la décantation. La pâte restante, qui est surtout de l'amidon, contient les matières premières utilisées dans la cuisson finale de l'« ogi » ou « akasa » (Ketiku et Omololu 1988; Orraca-Tetteh 1988). Une transformation semblable du maïs est courante dans la plupart des régions urbaines de Tanzanie. Ce type de farine (très blanche et amylacée) n'a pas de nom commun en swahili, par opposition aux « sembe » et « dona », préparés respectivement à partir du maïs décortiqué et du grain de maïs entier. Lorsque cette pratique est employée, la farine destinée aux repas familiaux serait normalement utilisée pour préparer l'« uji » destiné aux nourrissons.

Selon Mbugua (1984), au Kenya, l'« ugi » est surtout préparé à base de farine de maïs; toutefois, un mélange de farines de maïs et de millet ou de sorgho est parfois préféré. Le mélange de farines est réduit en bouillie avec l'addition d'eau et mis à fermenter à la température ambiante pendant un à trois jours, après quoi il est dilué jusqu'à l'obtention de la consistance désirée, puis bouilli et édulcoré avec du sucre. Le pH final de la plupart des préparations « uji » de Nairobi est supérieur à 4,5. Les échantillons « d'uji » typiques ont été préparés en mélangeant 30 % de bouillie de farines composée de 80 %

de maïs et 20 % de sorgho ou de millet avec de l'eau du robinet et en laissant fermenter le tout à 25°C (Mbugua 1984). Pour obtenir une consistance convenant à l'alimentation des enfants à la température d'environ 40°C, la dilution finale avant l'ébullition devrait amener la teneur finale en farine de la bouillie à 8 à 10 % (Mosha et Svanberg 1983; Mlingi 1988).

La fermentation des mélanges de céréales et de légumineuses

L'enrichissement des aliments de sevrage à base de céréales avec des légumineuses est une méthode pratiquée en Tanzanie et largement recommandée. Comme il a été mentionné plus tôt, le mélange d'arachides et de farine de céréales en proportions de 1:1 à 1:2 est courant (Semoka, communication personnelle). En Tanzanie, la prestation d'au moins un repas de céréale « uji » mélangée avec une légumineuse ou du lait est une pratique courante dans presque toutes les écoles maternelles pour les enfants de trois à six ans. Au Livestock Training Institute de Morogoro, l'« uji » donné aux enfants d'âge préscolaire contient trois mesures de farine de maïs pour une mesure de farine de soja, ainsi qu'un peu de sucre.

Nous avons enquêté sur les caractéristiques de la fermentation de la farine de maïs supplémentée avec des quantités croissantes de farine de soja. Les mélanges de farines ont été réduits en bouillie dans de l'eau potable au taux de 10 %, puis mis à fermenter à la température ambiante. Le développement du pH à double détermination pendant une période de 48 heures est indiqué dans le Tableau 1. Ce tableau indique également la stabilité des gruaux chauffés, et donne l'opinion d'une personne quant à leur consistance et leur saveur. L'inclusion de farine de soja dans le maïs ralentit considérablement le développement du pH; l'acidification est affaiblie par l'inclusion de plus de 50 % de soja; à de tels niveaux, l'eau va se séparer pendant le chauffage et le refroidissement des gruaux. Ces résultats préliminaires montrent que pour produire en 48 heures un produit fermenté acceptable, la quantité de farine de soja dans le mélange ne doit pas dépasser 40 %; avec 20 à 30 % on obtient un produit ayant une saveur et une consistance optimales. Il a été rapporté qu'un mélange de 70/30 % de maïs/soja augmentait au maximum la qualité protéique des produits de sevrage (Mitzer et al. 1984).

Les fermentations de produits légumineux

Les légumineuses, qui sont largement disponibles et contiennent beaucoup de protéines et de vitamine B, sont extrêmement importantes sur le plan nutritionnel. En Tanzanie, elles fournissent une excellente supplémentation aux produits de sevrage qui sont le plus souvent à base de céréales et de plantes-racines. Un mélange de céréales et de légumes secs fournit les protéines qui contiennent des quantités convenables de tous les acides aminés et possède donc une grande valeur nutritive (Latham 1965). On a également constaté que la densité nutritive du manioc fermenté est accrue par l'addition de légumineuses (Mlingi 1988). Toutefois, certaines légumineuses de grande valeur protéique

Tableau 1. Caractéristiques de fermentation des mélanges de farine de maïs/soja (10 % de farine mélangée dans de l'eau).

	% de farine de soja										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
pH à 0 h	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8	6,2
pH à 24 h	5,4	5,2	5,1	5,1	4,8	4,4	4,5	4,3	4,2	4,1	4,1
pH à 48 h	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,1	4,1	4,0	3,9	3,7	3,5
Stabilité sous l'effet de la chaleur[a]	---	---	--	-	+	+	++	+++	+++	+++	+++
Viscosité à 40°C[b]	TTT	TTT	TT	TA	TA	A	AA	AAA	AAA	AAA	AAA
Saveur[c]	PPP	PPP	PPP	G	G	G	GG	GG	GGG	GGG	GGG

a --- séparation de l'eau à 40°C, très élevé; --, séparation de l'eau à 40°C, élevé; -, séparation de l'eau à 40°C, moyen; +, pas de séparation de l'eau à 40°C; ++, gruau stable à 40°C; +++, gruau normal à 40°C.

b TTT, trop clair; TT, clair; TA, clair mais acceptable; A, acceptable; AA, bon; AAA très bon.

c PPP, très mauvais; G, acceptable; GG, bon; GGG, très bon.

comme le soja (*Glycine max*) et le haricot ailé (*Psophocarpus tetryonolobus*) ne sont pas encore très populaires en Tanzanie: la forte odeur et le goût amer sont parmi les caractéristiques qui ont gêné leur acceptabilité par le consommateur.

En Orient, les grains de soja sont consommés depuis des siècles. Les produits préparés à partir d'eux peuvent être répartis dans deux catégories – les produits fermentés et les produits non fermentés. Dans les pays orientaux, la préparation du soja fermenté est peut-être l'application la plus courante de la technique ménagère de fermentation. Les principaux produits non fermentés sont le lait de soja, le «tofu» ou lait caillé de soja, le yuba, les germes de kinako et les graines de soja vertes. De nombreux types de produits et assaisonnements fermentés sont préparés; certains exemples sont le «sufu», le «natto», la sauce soja et le «tempeh». Harris et Karmas (1975) entre autres ont donné la description générale de ces produits. En Indonésie, le «tempeh» pulvérisé combiné avec de la bouillie à base de céréale, de sel, de poisson ou de «tofu» est largement utilisé comme produit de sevrage.

La technique de fermentation a également été utilisée à Morogoro comme moyen d'augmenter l'acceptabilité du haricot ailé et de ses produits. La purée de haricots ailés a été fermentée séparément suivant diverses proportions de farines de céréales, comme celles de riz, de blé, de maïs et de manioc. Les levures et le *Pediocococcus* étaient les ferments prédominants. On a constaté que les produits frits dans l'huile, semblables à la «dosa» indienne faite à partir de ces ferments, étaient préférés aux haricots ailés seuls; les haricots ailés et de la farine de riz, suivant une proportion de un pour trois, produisaient la «dosa», un produit fort prisé (M. Seenappa et al., non publié).

Effet de la fermentation sur la consistance de l'«uji»

On devrait s'attendre à ce que la présence de micro-organismes qui provoquent l'hydrolyse de l'amidon réduise la capacité de fixation de l'eau des bouillies; un «uji» moins visqueux peut donc être obtenu avec une plus grande quantité de matière sèche. Toutefois, les études de la flore microbienne de la céréale «uji» obtenue par fermentation spontanée ou de produits semblables à l'«uji» montrent que les micro-organismes amylolytiques ne représentaient qu'une faible proportion de la flore totale (Akinrele 1970; Mbugua 1984; Mlingi 1988). Pour que l'amidon soit suffisamment hydrolysé, l'activité des enzymes doit avoir lieu dans des conditions optimales. Le Tableau 2 montre les principales enzymes en jeu dans l'hydrolyse de l'amidon ainsi que leurs conditions de culture optimales.

L'amylase alpha et l'amylase bêta ont toutes deux un pH optimal de 4,5 (Van Veen et Steinkraus 1970); avec un pH inférieur à 4, leur activité est grandement réduite (Mlingi 1988). Selon notre propre expérimentation en laboratoire, le pH de 10 à 30% d'une bouillie de maïs baisse de six à environ quatre en 24 heures d'incubation à la température ambiante (24 à 28°C). Les amylases des céréales germées (le malt) semblent déployer une activité intense

à des températures allant de 20 à 70°C. Au-delà de 70°C, leur activité est grandement réduite (Mitzer et al. 1984). La durée de l'action ne semble pas avoir une importance capitale.

Une réduction importante de la viscosité des gruaux a été réalisée dans les cinq minutes suivant l'addition d'alpha-amylase ou de farine germée aux gruaux féculents (Karlson et Svanberg 1982; Mosha et Svanberg 1983). Si le type de fermentation spontanée décrit par Mbugua (1984) produisait des quantités suffisantes d'amylases, ni le pH, ni la température d'incubation et ni la durée ne seraient des facteurs limitants dans la réduction des viscosités de ces gruaux. Certains résultats disponibles (Tableau 3) indiquent que la fermentation induite par un trempage dans l'eau ne favorise pas suffisamment les micro-organismes producteurs d'amylases pour réduire notablement la viscosité.

D'autre part, la fermentation du manioc par séchage à l'air semble produire une activité amylolytique marquée: on suppose que cela est dû à la présence d'un plus grand nombre de levures et de champignons que n'en produirait la fermentation humide (Mlingi 1988). Il serait intéressant d'explorer la possibilité de stimuler l'hydrolyse de l'amidon au moyen de la fermentation de pâtes humides de farines de céréales; les conditions devraient être favorables à la croissance des moisissures, des champignons, ou des deux, et l'on devrait prêter une attention spéciale à la possibilité de croissance de champignons producteurs de toxines ainsi que des moisissures noires qui pourraient décolorer les farines. En se fondant sur l'information disponible, il semble raisonnable de conclure que la fermentation de gruaux de céréales par trempage n'est pas un moyen efficace d'en réduire le volume.

L'effet de la fermentation sur la valeur nutritionnelle des céréales et des légumineuses

Il est nécessaire d'interpréter attentivement les études sur la fermentation et la valeur nutritive des céréales; des résultats contradictoires peuvent être dus aux différentes méthodes d'essai employées et aux micro-organismes concernés. Van Veen et Steinkraus (1970), en se fondant sur diverses études effectuées dans leur laboratoire, ont conclu que la fermentation ne semble pas augmenter la valeur nutritive des protéines; les résultats d'Akinrele (1970) ont cependant montré de légères augmentations de 8 et 25% de l'azote total et de l'azote aminé, respectivement, pendant la fermentation traditionnelle de l'« ogi ». Des études précédentes (Rajalakshmi et Vanaja 1967; Akinrele 1970; Van Veen et Steinkraus 1970) et de plus récentes (Hamad et Fields 1979; Aliya et Geervani 1981; Kazanas et Fields 1981; Murdock et Fields 1984; Nanson et Fields 1984; Dhankar et Chauhan 1987) semblent toutes s'accorder sur le fait que la fermentation augmente la teneur en certaines vitamines, notamment la thiamine, la riboflavine et, dans une moindre mesure, la niacine. En même temps, une réduction de certaines vitamines, notamment l'acide pantothénique, a été observée (Akinrele 1970; Van Veen et Steinkraus 1970).

Tableau 2. Conditions optimales des enzymes amylolytiques.

Enzyme	Source principale	pH optimal	Température (°C)	Effet sur l'amidon
α-amylase	Pancréas, micro-organismes du malt (*Candida tropicalis*)	4,5–7	60–70	Décompose l'amidon en oligosaccharide avec 6 ou 7 résidus glucosiques. Réduction rapide de la viscosité de la fécule.
ß-amylase	Plantes plus hautes, céréales, malt, soja	4,5	50–60	Décompose l'amidon en maltose. Réduction lente de la viscosité de la fécule.
Amyloglu-cosidase	Bactéries, levures, moisissures (*Aspergillus niger*)	2,5–4,4	60	Décompose l'amidon en glucose. Production industrielle de glucose à partir de l'amidon.

Source: Solms (1978)

Tableau 3. Effet des techniques de fermentation sur la viscosité des gruaux.

Traitement	Effet sur la viscosité	Source
Trempage de la farine de sorgho pendant la nuit	Pas de réduction de la viscosité	Mosha et Svanberg (1983)
Trempage de morceaux de manioc dans l'eau	Pas de réduction de la viscosité pendant 3 à 6 jours	Mlingi (1988)
Morceaux de manioc séchés à l'air pendant 3 à 6 jours	22 à 50 % de réduction de la viscosité	Mlingi (1988)

L'augmentation de la valeur nutritive a également été observée pendant la fermentation de produits légumineux; un exemple est fourni par le « tempeh », fait de graines de soja fermentées (Gyorgy 1962). Ces améliorations ont été attribuées à une digestibilité accrue, induite par la protéolyse des protéines complexes en peptides de diverses longueurs et en acides aminés (Smith et Circle 1972). Des changements similaires ont été observés pendant la fermentation de l'« idli », un produit indien fabriqué en mélangeant des pois chiches noirs (*Phaseolus mungi*) et du riz (Gyorgy 1962). Il existe donc des preuves scientifiques satisfaisantes pour démontrer que les changements chimiques qui se produisent pendant la fermentation des légumineuses améliorent leur qualité nutritionnelle. De même, les méthodes de transformation

employées pour préparer les farines influencent considérablement la valeur nutritive des céréales produites. La méthode employée dans l'ouest africain pour préparer les farines « ogi » ou « akasa » entraîne une perte des éléments nutritifs et il a été démontré qu'elle réduisait la teneur protéique de 50 % et la teneur de matières grasses de 27 % (Ketiku et Omololu 1988). Sur le plan nutritionnel, les meilleurs produits sont ceux à base de farines de grain entier. Il ne fait aucun doute que la fermentation augmente un peu plus la valeur nutritionnelle. Cette augmentation, quoique faible, devrait être pleinement exploitée dans l'intérêt de l'alimentation infantile. D'autres avantages des produits fermentés de la manière traditionnelle sont la facilité de digestion, une meilleure capacité d'entreposage, une saveur améliorée et la réduction de la durée de cuisson (Van Veen 1970; Harris et Karmas 1975).

Acceptabilité des céréales et des légumineuses fermentées

Quels que soient les avantages nutritionnels d'un produit, les facteurs suivants détermineront son niveau de consommation par un groupe de consommateurs cible: le coût relatif, la disponibilité et l'acceptabilité organoleptique (acceptabilité de la saveur). Sous ce dernier aspect, les produits fermentés ont, en règle générale, une meilleure saveur que les produits non fermentés (Herseltine et Wang 1972); cette amélioration a été attribuée à la production d'acide lactique, de gaz carbonique, d'alcool et de divers composés aromatiques, ainsi que des changements de texture, pendant la fermentation (Pederson 1971).

On a décidé de mettre à l'épreuve l'acceptabilité des gruaux fermentés auprès des enfants de trois à sept ans d'une école maternelle. Quarante-cinq enfants de la maternelle de l'université Sokoine ont participé à l'essai. De la farine de maïs préparée pour un usage domestique (fabrication de bouillie dure) a été mélangée avec de l'eau au taux de 10 %. Environ 5 L du mélange ont été incubés à la température ambiante pendant 48 heures, période pendant laquelle le pH est tombé à 4. À titre de témoin, 5 L de gruau de farine non fermentée ont été préparés le jour de l'essai. Du sucre a été ajouté aux deux échantillons à raison de 4 %. Les échantillons ont été présentés aux enfants dans un test de préférences appariées. La même expérience a été répétée avec le gruau non fermenté, acidifié au même pH que l'échantillon témoin fermenté. Quarante-huit enfants ont participé à cet essai.

Les résultats ont montré que lorsque l'« uji » fermenté au pH de 4 est offert de pair avec un « uji » non fermenté, 58 % des enfants ont préféré le premier; toutefois, cette préférence n'était pas significative à $P \leq 0,05$. Dans le second essai, on a demandé aux enfants de choisir entre l'« uji » acidifié avec du jus de citron, de même pH que l'« uji » fermenté; 60 % des enfants ont préféré le premier. En s'appuyant sur ces résultats, on peut conclure que les enfants n'ont pas témoigné de préférence particulière pour l'un ou l'autre produit. Bien que ces résultats ne soient que préliminaires, ils montrent qu'en raison de la qualité nutritionnelle et de la saveur améliorées de l'« uji » fermenté, l'administration de ce produit aux enfants d'âge préscolaire devrait être encouragée.

Résumé et conclusions

En s'appuyant sur la preuve scientifique citée dans cet article, et sur les observations faites sur les pratiques traditionnelles, il est clair qu'il existe plusieurs options permettant d'améliorer la valeur nutritionnelle des produits de sevrage à base de céréales. La supplémentation à l'aide de légumineuses est un moyen pratique d'augmenter la qualité protéique des gruaux de céréales et il s'agit d'une pratique à la fois recommandée et largement employée en Tanzanie. Les techniques de fermentation traditionnelles ne semblent pas permettre une hydrolyse suffisante de l'amidon pour influer de manière significative sur le volume des gruaux; tel n'est pas le cas des farines germées. Certaines modifications qui favorisent la croissance des micro-organismes amylolytiques et des bactéries productrices d'acide lactique devraient être mises au point pour permettre la production de gruaux ayant une plus grande densité nutritive. Les résultats des enquêtes préliminaires ont montré que la fermentation ne gênait pas l'acceptabilité des gruaux auprès des enfants d'âge préscolaire testés. Il en est donc conclu que les gruaux fermentés peuvent, dans une certaine mesure, servir à améliorer l'alimentation infantile.

Bibliographie

Aliya, S., Geervani, P. 1981. An assessment of the protein quality and vitamin B content of commonly used fermented products of legumes and millets. Journal of the Science of Food and Agriculture, 32, 837-842.

Akinrele, I.A. 1970. Fermentation studies on maize during the preparation of a traditional African starch-cake food. Journal of the Science of Food and Agriculture, 21, 619-625.

Dhankar, N., Chauhan, B.M. 1987. International Journal of Food Science and Technology, 22, 173-176.

Gyorgy, P. 1962. The nutritive value of Tempeh. In Progress in meeting protein needs of infants and pre-school children. National Research Council, Washington, DC, É-U. p. 281-289.

Hamad, A.M., Fields, M.L. 1979. Nutritional and sensory evaluation of bread made from fermented wheat meal and corn chips made from fermented corn meal. Journal of Food Science, 44(5), 1514-1516.

Harris, R.S., Karmas, E. 1975. Nutritional evaluation of food processing. AVI Publishing Co., New York, NY, É-U. p. 337-342.

Herseltine, C.W., Wang, H.L. 1972. Fermented soybean food products. In Smith, A.K., Circle, S.J., ed., Soybeans: chemistry and technology. Volume 1. Proteins. AVI Publishing Co., Westport, CT, É-U. 470 p.

Karlson, A., Svanberg, U. 1982. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. IV. Effect of digestive enzymes on the viscosity of starch based weaning foods. Journal of Tropical Pediatrics, 28(5), 230-234.

Kazanas, H., Fields, M.L. 1981. Nutritional improvement of sorghum by fermentation. Journal of Food Science, 46, 819-820.

Ketiku, A.O., Omololu, A. 1988. Nutritional value of weaning foods in Nigeria. In Proceedings of the Workshop on Dietary Bulk in Weaning Foods for East, Southern, and Central Africa, Iringa, Tanzania, 11-16 September 1985. Sous presse.

Latham, M.E. 1965. Human nutrition in tropical Africa. Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO), Rome, Italie.

Mbugua, S.K. 1984. Microbial growth during spontaneous uji fermentation and its influence on the end product. East African Agricultural and Forestry Journal, 50(4), 101-110.

Mlingi, N.L.V. 1988. Reducing dietary bulk in weaning foods by fermentation with special reference to cassava flours. In Proceedings of the Workshop on Dietary Bulk in Weaning Foods for East, Southern and Central Africa, Iringa, Tanzania, 11-16 September 1985. Sous presse.

Mitzer, K., Scrimshaw, N., Morgan, R. 1984. Improving the nutritional status of children during the weaning period. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, É-U.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food and Nutrition Bulletin, 5(2), 10-14.

Murdock, F.A., Fields, M.L. 1984. B vitamins content of natural lactic acid fermented cornmeal. Journal of Food Science, 49(2), 373-375.

Nanson, N.J., Fields, M.L. 1984. Influence of fermentation on the nutritive value of lactic acid fermented cornmeal. Journal of Food Science, 49(3), 958-959.

Orraca-Tetteh, R. 1988. Weaning food preparation at the household level in Ghana. In Proceedings of the Workshop on Dietary Bulk in Weaning Foods for East, Southern, and Central Africa, Iringa, Tanzania, 11-16 September 1985. Sous presse.

Pederson, C.S. 1971. Microbiology of food fermentation. AVI Publishing Co., New York, NY, É-U. 283 p.

Rajalakshmi, R., Vanaja, K. 1967. Chemical and biological evaluation of the effects of fermentation on the nutritive value of foods prepared from rice and grains. British Journal of Nutrition, 21, 467-472.

Schweigart, F., Fellingham, S.A. 1963. A study of fermentation in the production of mahewu, and indigenous sour maize beverage of Southern Africa. Milchwissenschaft, 18(50), 241.

Smith, A.K., Circle, S.J., ed. 1972. Soybeans, chemistry and technology. Volume 1. Proteins. AVI Publishing Co., Westport, CT, É-U. 470 p.

Solms, J. 1978. Vorlesung Lebensmuttelchemie. ETH, Zurich, Suisse.

Van Veen, A.G., Steinkraus, K.H. 1970. Nutritive value and wholesomeness of fermented foods. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 18, 576-578.

La réduction du volume des aliments de sevrage à base de manioc par la fermentation

N.L.V. Mlingi

Laboratory Services Department, Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie

Résumé *La fermentation est une ancienne technique de transformation des aliments, employée dans la préparation des farines de manioc aux fins de consommation familiale. La présente étude compare deux types de procédés de fermentation pratiqués au niveau du village en Tanzanie. Selon le premier procédé, des morceaux de manioc tranché sont mis à tremper dans de l'eau pendant trois jours ; selon le second procédé, les morceaux de manioc tranché sont amoncelés et recouverts de paille pendant trois jours (fermentation à l'air). Les farines de manioc produites au moyen de ces deux méthodes ont été employées pour préparer trois types de bouillies de farine de manioc (dont un type avec de la farine non fermentée) ; les mesures de la viscosité de ces bouillies ont ensuite été prises. Les courbes de viscosité, obtenues après avoir tracé la courbe de la viscosité contre le pourcentage de concentration, ont indiqué une réduction de la viscosité des farines de manioc fermenté, surtout de celles qui sont fermentées à l'air, cette réduction étant encore plus grande dans les farines de manioc mélangées avec des légumineuses. Cette utilisation des légumineuses permet également d'augmenter la densité des éléments nutritifs des bouillies.*

Il est connu que la tubercule de manioc (*Manihot esculenta* Krantz) est la quatrième principale source d'énergie alimentaire des tropiques. Plus des deux-tiers de sa production totale sont utilisés pour alimenter les êtres humains ; le reste sert de fourrage pour les animaux et à des fins industrielles. Son importance en tant que source d'énergie réside dans le fait que sa racine a une grande teneur en hydrates de carbone. Toutefois, lorsque la farine de racines de manioc est cuite en gruau (bouillie), les granules d'amidon fixent de grandes quantités d'eau ; ce qui donne un gruau de grande viscosité. Un gruau qui a une faible teneur en matière sèche, de 10 %, par exemple, aura une faible densité énergétique, contribuant de ce fait à l'insuffisance de l'apport énergétique ; ce problème a été reconnu par le Groupe consultatif des Nations-Unies sur les protéines et les calories (PAG), qui a centré son attention sur l'usage de suppléments plus énergétiques, comme les matières grasses, dans la préparation des aliments de sevrage (PAG 1973 ; Waterlow et Payne 1975 ; Cameron et Hofvander 1976 ; Dearden et al. 1980). Rutishauser et Freed (1973) et Rutishauser (1974, 1975) ont parlé de l'importance relative de la densité énergétique, de la

fréquence des repas et de l'appétit (en tenant compte de la présence d'une maladie aiguë) en ce qui a trait aux besoins énergétiques des enfants d'âge préscolaire; dans ces discussions, on a remarqué que la densité énergétique était le facteur le plus décisif. Les données provenant de ces études ont montré que dans le cas où l'allaitement maternel est interrompu, il était presque impossible de compenser complètement le déficit énergétique avec des produits autres que le lait; par comparaison avec d'autres produits (à base de fécule), le lait semble avoir des propriétés volumétriques « spéciales » qui peuvent sans doute s'expliquer par l'absence de constituants fixateurs de l'eau.

Church (1977) a discuté de la question de la consistance des aliments de sevrage, notamment par rapport à l'âge et au développement des enfants, ainsi qu'à la maladie. La préférence pour les aliments liquides est plus grande chez les enfants plus jeunes et elle augmente avec la gravité d'une maladie. Toutefois, un produit très liquide entraîne une densité énergétique réduite lorsque le régime est à base de produits féculents. Church a également noté que les produits ayant une teneur élevée en matières grasses devenaient acceptables sans qu'il soit nécessaire d'ajouter une grande quantité d'eau pendant la préparation. Par conséquent, la présence de matières grasses dans le régime alimentaire est importante à deux niveaux: premièrement, ces matières augmentent la valeur énergétique du régime; deuxièmement, il n'est pas nécessaire de diluer le produit avec de l'eau pour qu'il devienne acceptable.

Le volume des aliments de sevrage

Des études ont été faites sur l'alimentation des enfants d'âge préscolaire dans les régions où les fécules sont les produits de base et où l'incidence de malnutrition protéocalorique (MPC) est élevée; ces études montrent que le volume du régime est la principale limite de la consommation suffisante d'aliments. Lorsqu'un gruau de farine de manioc est préparé, les granules d'amidon fixent de grandes quantités d'eau, ce qui donne un gruau épais. Si l'on préfère donner à l'enfant un gruau plus liquide, la manière traditionnelle de le préparer consiste à ajouter encore plus d'eau pour diluer le gruau, ce qui réduit sa densité énergétique et nutritive. L'enfant doit alors consommer de plus grandes rations pour satisfaire ses besoins nutritifs.

Ce phénomène de gros volume, ou de viscosité, d'un produit est connu sous le nom de « volume alimentaire » et il a une profonde importance pour l'alimentation infantile chez les populations dont la principale source d'énergie des jeunes enfants comme des adultes sont les produits féculents. (Ljungqvist et al. 1981). Les observations et les expériences faites indiquent que la MPC atteint de nombreux enfants nourris exclusivement de gruaux à base de produits féculents. Cependant, ce problème peut être résolu en réduisant le volume de ces produits, ce qui peut être fait soit en enrichissant les aliments féculents avant la cuisson, soit en modifiant les granules ou structures d'amidon lors de leur transformation en farine.

Le volume alimentaire est souvent mentionné comme un facteur possible ou

même probable de l'étiologie de la malnutrition (Rutishauser 1975; Waterlow et Payne 1975; Ljungqvist et al. 1981). Toutefois, très peu d'efforts ont été déployés jusqu'à présent pour étudier méthodiquement l'importance du volume alimentaire dans l'alimentation infantile. Bien que certains auteurs aient observé que les régimes à base de produits amylacés ont une apparence très volumineuse (Jones et Pereira 1972; Binns 1975), il n'est pas clair s'ils font allusion au volume ou à la consistance du régime. Les études de Nicol (1971), qui cherchent à établir certaines estimations quantitatives du facteur volume alimentaire en se fondant sur les rations, montrent que le volume de produits féculents exigé quotidiennement pour répondre aux besoins énergétiques des enfants d'âge préscolaire est de 900 à 1650 mL. Dans les régimes à base de céréales, comme le sorgho ou le riz, les enfants ne peuvent en consommer un tel volume que s'ils font quatre repas par jour; dans le cas des racines féculentes, il peut leur être impossible de consommer la quantité requise.

Les effets de la fermentation sur la transformation du manioc

La fermentation est une méthode traditionnelle courante de transformation des aliments aux niveaux du ménage et du village. La fermentation a pour principal rôle d'augmenter la valeur nutritionnelle des aliments, comme on le voit par exemple dans le cas des fermentations alimentaires traditionnelles et probablement aussi dans celui des procédés de type koji servant à la production industrielle d'enzymes: ces procédés utilisent des matières premières comme les grains de soja, le riz ou le son de blé — qui contiennent tous des quantités importantes de protéines. Pendant la croissance de la moisissure, la protéine végétale est décomposée et reformée en protéine mycélienne; toutefois, il n'y a aucune production protéique nette (Van Veen et Steinkraus 1970). D'autres avantages nutritionnels — amélioration de la saveur, changement de couleur, odeur, etc. — peuvent toutefois être le résultat de la fermentation. En plus du rôle qu'elle joue dans l'amélioration des aliments, la fermentation a un effet important dans la réduction du volume des produits féculents, réduisant ainsi le volume alimentaire total.

De nombreux procédés de fermentation du manioc à petite échelle ont été étudiés et une augmentation de la teneur protéique par un facteur de six à huit a été constaté (Hendershot et al. 1972). Cette augmentation de la teneur protéique est due soit à une conversion de l'amidon en protéine pendant la fermentation ou à la protéine mycélienne ou microbienne des organismes en jeu dans la fermentation. Tout comme la germination ou le maltage, la fermentation implique l'action des enzymes; divers micro-organismes produisent une variété d'enzymes qui agissent sur le substrat, changeant sa forme d'origine. Dans les fermentations de manioc, un certain nombre de micro-organismes ont été identifiés. À part les *Corynebacterium manihot* et les *Geotricum candida* signalés par Collard et Levi (1959), il existe une diversité de champignons — comme les espèces *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Botryodiplodia*, *Mucer*, *Fusarium*, *Cunninghamella* et *Syncephalastrum*; elles ont été identifiées par

Brook et al. (1969). Parmi les diverses bactéries en jeu dans les fermentations de manioc se trouvent les espèces *Leuconostoc*, *Alcaligenes* et *Lactobacillus*, signalées par Okafor (1977); les espèces *Streptococcus*, *Maracella* et *Acinetobacter* ont été signalées par Ngaba et Lee (1979). Ngaba et Lee ont également isolé un type de levure, *Bettranomyces* sp., impliqué dans la fermentation.

Dans le processus de fermentation, l'amidon est dégradé par les enzymes (surtout par les amylases produites par certains micro-organismes) et il est transformé en formes moins complexes telles que les sucres simples. On a démontré que certains micro-organismes ont les enzymes nécessaires pour hydrolyser l'amidon en hydrates de carbone simples. Par exemple, lorsque dans le processus d'enrichissement du manioc avec des protéines, la *Candida tropicalis* a été cultivée sur l'amidon du manioc pendant la fermentation, le mélange de biomasse résultant et le manioc résiduel contenaient environ 20 % de protéines — une quantité suffisante pour nourrir des animaux ou alimenter des êtres humains (Azoulay et al. 1980). La *Candida tropicalis* se développe dans des poudres solubles d'amidon, de maïs ou de manioc, sans exiger d'hydrolyse préalable, et elle possède l'enzyme alpha amylase requise pour hydrolyser l'amidon. Aucune enzyme supplémentaire n'est requise pour hydrolyser l'amidon dans une telle fermentation; par conséquent, un simple procédé de fermentation est un moyen particulièrement efficace pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits amylacés.

Dans tout processus de fermentation, pour influer sur la dégradation de l'amidon, il faudrait sélectionner les conditions qui favorisent les micro-organismes producteurs d'amylase et inhibent les organismes pathogènes. En Tanzanie, deux méthodes de fermentation du manioc sont pratiquées au niveau du village. Selon la première méthode, on laisse séjourner les racines de manioc tranchées dans de l'eau (en général trois à six jours) avant de les sécher et de les moudre en farine. Ce trempage provoque une fermentation qui décompose partiellement la structure amylacée; il en résulte une aptitude considérablement réduite de l'amidon à gonfler. Selon la seconde méthode, les racines tranchées sont amoncelées (là encore, de trois à six jours), ce qui permet aux moisissures et autres micro-organismes d'agir sur le manioc, et utilise l'action des enzymes sécrétées par ces micro-organismes.

Des essais ont été faits qui ont démontré une réduction de la viscosité à la suite de la libération d'enzymes pendant la fermentation et la germination des céréales. Karlsson et Svanberg (1982) ont traité des gruaux de farine de manioc fermenté et non fermenté avec respectivement 3 mg d'alpha-amylase et 3 mL de salive, et ils ont observé une importante diminution de la viscosité (Tableau 1).

La viscosité des gruaux peut se mesurer au moyen de l'amylographe de Brabender ou de différents types de viscosimètres. L'amylographe de Brabender contrôle généralement la viscosité pendant un cycle de chauffage et de refroidissement normalisé; un viscosimètre donne directement des lectures de viscosité à une concentration donnée. L'amylographe de Brabender ayant une

Tableau 1. Réduction de la viscosité 5 min. après l'addition d'alpha-amylase ou de salive aux gruaux à base de différentes farines.

Mélange et pourcentage de matière sèche[a]	Traitement d'enzyme	Réduction de la viscosité en pourcentage de la valeur initiale	Viscosité 5 min après l'addition de l'enzyme (UB)[b]
Produit de sevrage[c]	3 mg d'alpha amylase	86	170
« Lisha », extrusion, 17 %			
« Lisha », matières premières, 17 %	"	91	50
« Faffa », 20 %	"	95	60
Farines[d]			
Maïs, 10 %	"	92	60
Manioc, non fermenté, 10 %	"	98	20
Manioc, fermenté, 10 %	"	98	20
Manioc, fermenté, 10 %	3 mL de salive	98	20

Source : Karlsson et Svanberg (1982)

[a] Dans l'amylographe de Brabenber : volume, 450 mL ; température, 38°C.

[b] UB, unités Brabenber

[c] Préparé selon la recette : « Lisha », produit de sevrage fabriqué industriellement en Tanzanie ; « Faffa », produit de sevrage fabriqué industriellement en Éthiopie.

[d] Quantité de matière sèche choisie pour donner un gruau épais à 38°C après la cuisson.

vitesse de rotation de 75 rpm peut être utilisé à des températures qui s'élèvent de 1,5°C par min. de 25 à 95°C, sont maintenues à 95°C pendant dix minutes et réduites de 1,5°C par min. pendant le refroidissement pour atteindre environ 40°C. La température est maintenue à 95°C pendant dix minutes pour permettre une cuisson complète de la farine ou de l'amidon. Le gruau est ensuite refroidi à 40°C — température idéale pour le servir ; une température moins élevée donne une très grande viscosité.

La viscosité des gruaux est également mesurée directement au moyen de viscosimètres ou d'instruments comme un modèle RVI Haake Rotovisco ayant un système de mesure FK/SVII et une vitesse de rotation de 162 rpm (Hellström et al. 1981) ; un viscosimètre Brookfield peut aussi être utilisé (Brandtzaeg et al. 1981). Les ingrédients à mesurer sont mélangés avec de l'eau dans le dispositif à mesurer et la température est augmentée de 1,5°C/min, de 50°C à 95°C, puis maintenue à 95°C pendant 10 min, et enfin réduite de 1,5°C/min pendant le refroidissement pour atteindre 50°C. Tous les échantillons soumis aux mesures de la viscosité doivent être bien homogènes et remués avant d'être versés dans le viscosimètre. Les ajustements du pH peuvent être effectués par l'adjonction aux gruaux de 6 M d'acide chlorhydrique ou 3 M d'hydrate de sodium (NaOH), avant de prendre les mesures.

Les études du gros volume alimentaire des farines de manioc

Des études ont été entreprises sur le gros volume alimentaire des farines de manioc. L'objectif était de déterminer si le gros volume de ces farines constitue un facteur limitant dans l'apport nutritif des gruaux à base de farine de manioc.

Méthodologie

Six échantillons de farine de manioc ont été utilisés, chacun transformé de différente manière et provenant de la région de Kawe, Dar Es Salaam. Ces échantillons transformés provenaient de variétés douces et de variétés amères de manioc, différenciées par le mastication d'un petit morceau du tubercule pelé. Les échantillons devant subir une transformation ont été identifiés de la manière suivante:

- farines douces fermentées et non fermentées;
- farines amères fermentées et non fermentées; et
- farines mélangées (amères et douces) fermentées à l'humidité et fermentées à l'air.

(« fermentées à l'humidité » indique une fermentation par trempage dans l'eau; « fermentées à l'air » indique une fermentation sans trempage dans l'eau; « non fermentées » indique le séchage direct au soleil des tubercules pelés).

Les tubercules de manioc ont été extraits du sol, lavés à l'eau pour en enlever le sable et pelés. Ils ont été ensuite coupés en deux pour ôter la nervure médiane et coupés en petits morceaux. Les tubercules qui ne devaient pas fermenter ont été étalés sur un tapis à l'extérieur pour sécher au soleil; ceux qui devaient fermenter à l'humidité ont été mis à tremper dans un seau d'eau pendant trois jours. Les tubercules fermentés à l'air ont été amoncelés à l'ombre, recouverts de paille et laissés à fermenter pendant trois jours. Après la fermentation, les tubercules mis à tremper ont été étalés sur un tapis pour sécher au soleil, et l'eau de trempage a été jetée. Après un séchage satisfaisant, les morceaux de manioc ont été transportés dans un village voisin pour être moulus en farine dans un broyeur à marteaux.

Les gruaux de farine de manioc étudiés lors de cette expérimentation ont été préparés en laboratoire en mélangeant un poids connu de farine de manioc avec un volume connu d'eau distillée pour obtenir la concentration requise: 50 g de farine, par exemple, mélangés à 450 mL d'eau distillée, ont donné un gruau contenant 10% de matière solide. Le mélange a été chauffé dans un bain d'eau bouillante à une température de cuisson de 95°C pendant 10 min et laissé refroidir. Des gruaux aux concentrations de 2,5, 5, 7,5 et 10% ont

été préparés pour effectuer les mesures de viscosité des farines fermentées à l'air, fermentées à l'eau et non fermentées.

À des fins de comparaison, les gruaux à base des mêmes farines mélangées avec des légumineuses (haricots et arachides) ont été préparés suivant la même méthode. La farine de manioc a été mélangée avec de la farine de haricot selon un ratio de 1:1, et avec des arachides, selon un ratio de 4:1. Une fois deux portions de farines respectives mélangées, elles ont été homogénéisées dans un mélangeur Sovall Omni 230. Les gruaux aux concentrations requises ont été préparés à partir de ces mélanges homogénéisés, selon la méthode décrite précédemment.

Les viscosités de tous les gruaux préparés ont été mesurées au moyen d'un modèle RVI Haake Rotovisco doté d'un système de mesure étalonné FK/SVII et d'une vitesse de rotation de 54 rpm. La température de mesure était maintenue à 40°C pour faciliter la comparaison entre les différentes concentrations (5 à 10%). La viscosité des gruaux a été étudiée au moyen d'un amylographe de Brabender ayant une vitesse de rotation de 75 rpm (Hallick et Kelly 1959).

Résultats

Les gruaux de farine non fermentée ou de farine fermentée à l'humidité des deux variétés ont à peu près la même viscosité à la même concentration (Tableau 2). Par comparaison, la farine fermentée à l'air a produit des gruaux ayant des viscosités considérablement plus faibles. Les courbes de viscosité/concentration des trois types de gruau du Tableau 2 sont présentées à la Figure 1.

La viscosité des gruaux de farine de manioc mélangée avec des arachides ou des gros haricots est indiquée dans la Figure 2. Une réduction de viscosité

Tableau 2. Viscosité (cPo)[1] des gruaux de farine de manioc à différentes concentrations.

	Concentrations (%)			
Type de farine de manioc	2.5	5.0	7.5	10.0
Farine douce non fermentée	245	1455	3070	5580
Farine douce fermentée	325	1575	3350	5290
Farine amère non fermentée	160	765	2020	4445
Farine amère fermentée	240	1290	2785	4875
Farine mélangée, fermentée à l'air	160	725	2385	3390

[1] 1 Poise (Po) = 0,1 Pascal-seconde (Pa.s); cPo: centi-Poise.

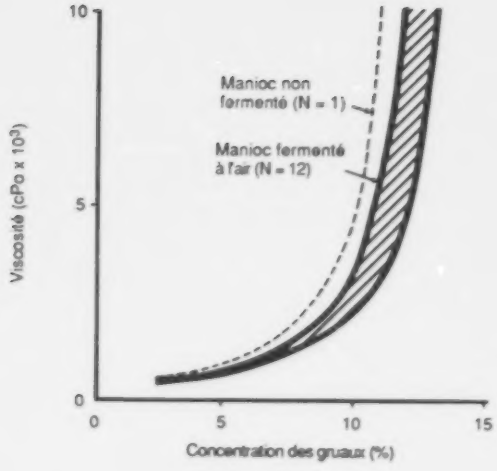

Fig. 1. Courbes de viscosité des gruaux de farines de manioc de diverses concentrations.

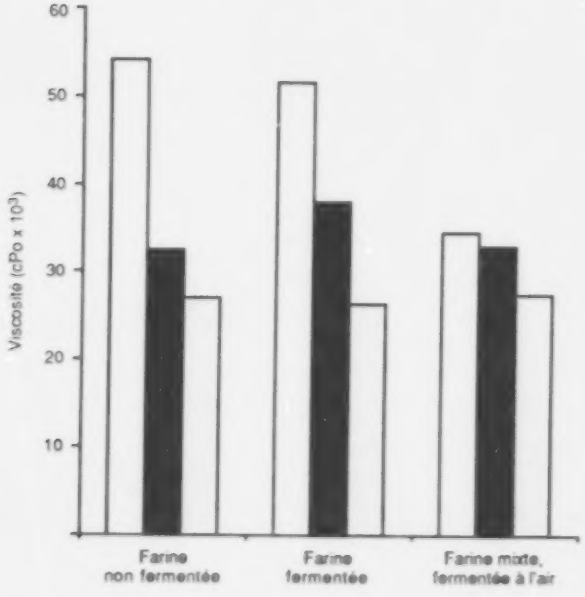

Fig. 2. Viscosités des gruaux de farine douce et mixte de manioc à une concentration de 10 %, avant et après le mélange avec des légumineuses ;
□ , sans légumineuses ; ■ , mélangées avec des arachides (4:1) ;
▨ , mélangées avec des haricots (4:1).

est observée lorsque l'une ou l'autre de ces légumineuses est mélangée avec de la farine de manioc non fermentée ou fermentée à l'humidité. Les légumineuses mélangées avec de la farine fermentée à l'air ne diminuent que légèrement la viscosité.

La densité énergétique calculée des gruaux de farine de manioc avec ou sans légumineuses à consistance de 3 000 cPo (1 P = 0,1 Pa s) (mesurée à 40°C) est montrée dans le Tableau 3. Les gruaux de farine de manioc non fermentée ont une densité énergétique d'environ 0,28 kcal/g; un gruau de farine fermentée à l'air a une densité énergétique de 0,34 kcal/g. Lorsque les gruaux sont mélangés avec des légumineuses, leur densité énergétique est de 0,36 à 0,41 kcal/g.

Discussion

Les résultats des mesures de la viscosité des gruaux de farine de manioc figurent au Tableau 2 et à la Figure 2. Bien que les viscosités mesurées des farines fermentées et non fermentées ne diffèrent pas, il semble que le trempage des morceaux de manioc dans l'eau (fermentation à l'humidité) pendant quelques jours, n'agisse pas particulièrement sur la structure amylacée; avec ce traitement, il semble que l'amidon du manioc soit toujours capable de fixer les molécules d'eau de la même manière que l'amidon de la farine de manioc non fermenté. Les enzymes responsables de la dégradation de l'amidon, comme les alpha- et bêta-amylases, ne semblent pas avoir été libérées par les micro-organismes développés durant le processus de fermentation à l'eau; toutefois, un type de bactéries qui hydrolysent l'amidon ainsi qu'un type de levure hydrolysant l'amidon ont été décelés (Tableau 4). L'activité de l'amylase est généralement plus grande dans les levures que dans les autres groupes de champignons; le plus haut niveau d'activité observé dans la farine solide fermentée à l'humidité ou fermentée à l'air (où une grande quantité de moisissures peut se développer) peut expliquer la viscosité réduite observée dans les gruaux à base de ces farines. Il a été rapporté que pendant le processus de fermentation à l'eau des tubercules de manioc, il se produisait une réduction du pH, au cours de laquelle le manioc se ramollit (Ogunsua 1980).

La réduction du pH peut être responsable de l'échec de l'amylase à agir sur l'amidon, c'est-à-dire à décomposer sa structure et, de ce fait, réduire la viscosité. Avec un pH inférieur à 4, l'activité des amylases est profondément réduite. Dans le cas de la production de « lafun » (farine de manioc du Nigeria), où les tubercules entiers sont mis à tremper dans l'eau courante, il a été observé que le pH a baissé de 4,5 à 3,9 (Waterlow et Payne 1975). La fermentation à l'humidité des tubercules de manioc n'a donc que peu ou pas d'effet sur le volume alimentaire de la farine; elle donne plutôt un produit doux, blanchâtre, que préfèrent de nombreux villageois. D'autre part, la farine fermentée à l'air (fermentée solide à l'humidité) avait une plus faible viscosité (Tableau 2) par comparaison avec d'autres farines. Ce type de fermentation peut donc agir sur le volume de la farine. Les moisissures se développent toujours abondamment pendant la fermentation à l'air; pour encourager la

Tableau 3. Densité énergétique des gruaux de farine de manioc à viscosité de 3 000 cPo avec ou sans addition de légumineuses.

Type de farine de manioc	Concentration à 3 000 cPo (g)	Densité énergétique (kcal/g)
Farine douce non fermentée	7,4	0,27
Farine douce non fermentée + arachides	8,88	0,37
Farine douce non fermentée + haricots	10,2	0,37
Farine douce fermentée	7,0	0,25
Farine douce fermentée + arachides	9,4	0,38
Farine douce fermentée + haricots	10,3	0,36
Farine amère non fermentée	7,85	0,29
Farine amère fermentée	8,55	0,32
Farine mélangée fermentée à l'air	9,15	0,34
Farine mélangée fermentée à l'air + arachides	9,6	0,41
Farine mélangée fermentée à l'air + haricots	10,2	0,37

Tableau 4. Teneur en micro-organismes des échantillons de farine de manioc.

	BAL	BAL[a]	Bacilles	Coliformes	Spores	Levures	Levures[b]
A	$2x10^5$	$125x10^8$	$33x10^6$	$54x10^6$	$5x10^3$	$7x10^3$	$12x10^3$
B	$5x10^5$	$136x10^8$	$97x10^7$	$121x10^7$	$18x10^3$	$12x10^3$	$27x10^3$

Remarque: A, fermentation à l'humidité; B, humide, fermentation solide (air).
[a] Bactéries qui hydrolysent l'amidon.
[b] Levures qui hydrolysent l'amidon.

croissance des levures ou des moisissures productrices d'amylase, ou des deux, les conditions du traitement devraient être minutieusement étudiées.

Une réduction de la viscosité a également été observée dans les gruaux de farine de manioc auxquels des légumineuses (haricots et arachides) ont été ajoutés. Cette réduction s'explique par la plus grande capacité de fixation de l'eau de la farine de manioc, par comparaison avec la farine de haricots et d'arachides.

Les densités énergétiques des farines ont été calculées en fonction d'une viscosité fixe (3 000 cPo) pour les farines non fermentées, fermentées à l'air et fermentées à l'eau, ainsi que celles des farines auxquelles des légumineuses ont été ajoutées en proportions connues (Hendershot et al. 1972). Comme le montre le Tableau 3, les mélanges de farines et de légumineuses avaient des densités énergétiques légèrement plus élevées; toutefois, comme on l'a démontré dans une étude de village faite en Tanzanie, la densité énergétique

(1,2 kcal/g) est toujours inférieure à la densité requise pour satisfaire les besoins énergétiques des enfants d'âge préscolaire. Pour que ces besoins soient couverts, il est extrêmement important de trouver des moyens de réduire davantage la capacité de fixation de l'eau de la farine de manioc.

Conclusions

D'après ces enquêtes, nous pouvons voir que la fermentation à l'air des racines de manioc (et donc des farines de manioc) réduit considérablement la viscosité. Bien que la fermentation par trempage dans l'eau ne réduise pas de façon marquée la viscosité, ce procédé permet d'obtenir une farine plus blanche qu'avec le procédé de fermentation à l'air. Lorsque des légumineuses sont mélangées avec des gruaux de farine de manioc, la densité énergétique de ces derniers est considérablement accrue ; cela indique qu'une combinaison de fermentation et d'enrichissement, ou de mélange avec des légumineuses, fournirait une augmentation optimale de la densité nutritive. Il a également été observé que l'enrichissement réduisait la viscosité de ces types de gruau. Des deux variétés de manioc étudiées, la variété de manioc doux fermenté semble avoir une plus grande capacité de fixation de l'eau (viscosité) à certaines concentrations que la variété de manioc amer.

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Ulf Svanberg, pour ses encouragements et ses conseils prodigués pendant la préparation de cette étude, et au Swedish Food Institute (SIK) de Göteborg qui a fourni les installations où cette étude a été réalisée. Enfin, je tiens à remercier Seedy Taal de l'Institut de Nutrition, Uppsala, Suède, pour ses encouragements et son assistance.

Bibliographie

Azoulay, E., Jeanneau, F., Betrand, J.C., Raphael, A., Janssens, J., Lebeault, J.-M. 1980. Fermentation methods for protein enrichment of cassava and corn with *Candida tropicalis*. Applied and Environmental Microbiology, 39, 41-47.

Binns, C.W. 1975. Food volume, a limiting factor in nutrient intake in the Papua New Guinea highlands. University of Technology, Lae, Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flour from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Brook, E.J., Stanton, W.R., Wallbridge, A. 1969. Fermentation methods and protein enrichment of cassava. Biotechnology and Bioengineering, 9, 1271-1284.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1976. Manual on feeding infants and young children. (2nd ed.). Groupe consultatif des Nations-Unies sur les protéines et les calories, New York, NY, É-U.

Church, M.A. 1977. The importance of food consistency in supplementary feeding and the weaning process. In Nutrition in developing countries: a seminar for German technical assistance personnel. Limuru, Kenya.

Collard, P., Levi, S. 1959. A two-stage fermentation of cassava. Nature (London), 183, 620.

Dearden, C., Harman, P., Morley, D. 1980. Eating more fats and oils as a step towards overcoming malnutrition. Tropical Doctor, 10, 137-142.

Hallick, J.V., Kelly, V.J. 1959. Gelatinisation and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behaviour. Cereal Chemistry, 36, 91.

Hellström, A., Hermansson, A.M., Karlsson, A., Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. II. Consistency as related to dietary bulk — a model study. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 127-135.

Hendershot, C.H., et al. 1972. A literature review and research recommendations on cassava. University of Georgia, Athens, GA, É-U.

Jones, S., Pereira, S.M. 1972. Calorie intake of pre-school children offered a high-cereal diet. Journal of Tropical Pediatrics and Environmental Child Health, 18, 196-198.

Karlsson, A., Svanberg, U. 1982. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. IV. Effect of digestive enzymes on the viscosity of starch based weaning foods. Journal of Tropical Pediatrics, 28(5), 230-234.

Ljungqvist, B.G., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 69.

Ngaba, P.R., Lee, J.S. 1979. A research note on fermentation of cassava. Journal of Food Science, 4, 1570-1571.

Nicol, B.M. 1971. Protein and calorie concentration. Nutrition Reviews, 29, 83-88.

Ogunsua, A.O. 1980. Changes in some chemical constituents during fermentation of cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz). Food Chemistry, 5, 249-255.

Okafor, N. 1977. Microorganisms associated with cassava fermentation for gari production. Journal of Applied Bacteriology, 42, 279-284.

PAG (Groupe consultatif des Nations-Unies sur les protéines et les calories). 1973. Is there a protein problem? WHO Chronicle, 27, 481-491.

Rutishauser, I.H.E. 1974. Factors afffecting the intake of energy and protein in Ugandan pre-school children. Ecology of Food and Nutrition, 3, 213-222.

_____ 1975. The dietary background to protein energy malnutrition in West Mongo district, Uganda. In Owor, R., Ongon, V.L., Kirya, B.C., ed., Child in the African environment: growth, development and survival. East African Literature Bureau, Nairobi, Kenya.

Rutishauser, I.H.E., Freed, J.D.L. 1973. The effect of a traditional low-fat diet on energy and protein intake, serum albumin concentration and body-weight in Ugandan pre-school children. British Journal of Nutrition, 29, 261-268.

Van Veen, A.G., Steinkraus, K.H. 1970. Nutritive value and whole-someness of fermented foods. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 18, 576-578.

Waterlow, J.C., Payne, P.R. 1975. The protein gap. Nature (London), 258, 113-117.

Les produits à base de manioc fermenté en Tanzanie

M. Hakimjee[1] et S. Lindgren[2]

[1]Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie; et [2]Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Microbiology, BP 7025, S 750 07 Uppsala, Suède

Résumé *Les méthodes traditionnelles de préparation de l'« udaga », du « kivunde » et du « makopa » (produits à base de manioc fermenté) à partir de la racine de manioc sont ici décrites. Les micro-organismes et les constituants chimiques ont été étudiés par rapport à la fermentation dans ces produits ; dans les trois cas, on a constaté une variation dans la teneur microbienne, dans le profil organique et les niveaux d'endotoxines. Bien qu'on ait constaté que l'« udaga » pouvait être administré sans danger aux enfants, il reste à obtenir de l'information sur sa qualité nutritionnelle. On a constaté que le « makopa » contenait des niveaux élevés de moisissures non toxiques et amylolytiques. Étant donné qu'elles hydrolysent l'amidon, ces moisissures aident à réduire la viscosité du gruau et, par là même, le volume alimentaire. Le « makopa » contenait également un grand nombre de bactéries de la famille Enterobacteriaceae. Il est possible que ces bactéries soient détruites par la cuisson ; cependant, il est nécessaire d'avoir plus d'information sur les risques ou l'absence de risques que présentent ces gruaux préparés à partir de farine « makopa ».*

Il est connu que le tubercule de manioc est la quatrième principale source d'énergie alimentaire des tropiques. Son importance en tant que source d'énergie réside dans le fait que sa racine est très riche en hydrates de carbone. Toutefois, l'amidon constitue la majeure partie des hydrates de carbone et les produits qui contiennent de l'amidon sont volumineux.

Lorsque la farine de manioc est réduite en gruau, les granules d'amidon fixent de très grandes quantités d'eau; ce qui donne un gruau de consistance épaisse. Si l'on préfère donner à l'enfant un gruau de consistance plus liquide, la manière traditionnelle de l'obtenir consiste à diluer le gruau dans de l'eau, ce qui réduit sa densité énergétique et nutritive. Un enfant doit donc consommer des quantités suffisamment grandes de gruau pour couvrir ses besoins nutritifs. Les observations et l'expérience ont démontré que de nombreux enfants nourris exclusivement de gruaux à base de produits amylacés souffraient de malnutrition protéocalorique (MPC). Ce problème peut toutefois être résolu en réduisant le volume de tels produits, soit en enrichissant les produits de base avant la cuisson, soit en modifiant les structures ou granules amylacés lors de leur réduction en farine.

Mlingi (1984) a rapporté que la fermentation à sec des racines de manioc augmentait considérablement la teneur protéique de la farine et réduisait la viscosité de la bouillie à base de manioc.

En Afrique, la fermentation des racines de manioc est largement pratiquée. La fermentation de la purée de manioc pour produire le « gari », et le trempage des racines entières ou pelées pour produire le « fufu » ou le « lafun », sont les deux procédés populaires en Afrique centrale et occidentale ; en Afrique orientale, les processus déclenchés par le développement de moisissures sont préférés (Lancaster et al. 1982 ; Steinkraus 1983).

On a cependant peu d'information sur les procédés de fermentation utilisés en Tanzanie. Mlingi (1984) en mentionne deux : selon le premier, des racines pelées sont trempées dans l'eau ; selon le second, les racines à demi-séchées sont recouvertes de feuilles de bananes ou de sacs de jute pendant deux à trois jours. Hakimjee (1985) a fait des efforts préliminaires pour isoler les micro-organismes amylolytiques du produit, préparé selon cette dernière méthode.

La fermentation des tubercules s'effectue principalement des trois manières suivantes :

- Les racines de manioc sont pelées (les grosses racines sont coupées en deux) et mises au soleil jusqu'à ce qu'elles deviennent brun doré, puis sont empilées et recouvertes de feuilles de bananes et fermentées pendant deux à trois jours jusqu'à l'apparition de moisissures ; elles sont ensuite séchées au soleil. Certaines personnes enlèvent les moisissures avant le broyage en les grattant. Ce procédé est courant dans les régions côtières et du sud-est et il permet de produire une farine appelée « makopa ».

- Les racines de manioc sont pelées, coupées en petits morceaux, et lavées. Les morceaux sont mis à tremper dans l'eau pendant deux à trois jours jusqu'à ce qu'ils soient tendres ; on les retire ensuite de l'eau, on les pressure et les étale au soleil pour les sécher. Le produit séché est moulu en farine. Ce procédé est courant dans les régions du sud-ouest ; la farine produite est appelée « kivunde ».

- Les racines de manioc sont pelées, tranchées et écrasées sur des surfaces rocheuses ou entre des pierres. Le produit résultant est enveloppé dans des sacs de jute ou de toute autre toile grossière et fermenté pendant quatre à cinq jours, après quoi il est séché au soleil et moulu en farine. Ce procédé est populaire dans la région de la zone du lac du nord et il produit une farine appelée « udaga ». Cette farine est consommée sous forme de masse épaisse et collante (« ugali ») ou de bouillie (« uji »).

En raison du fait que la diarrhée est également un facteur qui contribue à la malnutrition, il est nécessaire d'avoir de l'information sur les micro-organismes présents dans le manioc fermenté ou sur tout autre aspect de la fermentation. Une telle information permettrait d'utiliser cette technique à la maison

pour nourrir les enfants, améliorant ainsi l'apport nutritif tout en assurant un produit sans danger.

La présente étude est centrée sur l'isolation et l'identification des micro-organismes de ces produits, en tenant compte de la sécurité du produit, du rôle des bactéries productrices d'acide lactique (BAL) dans la fermentation, et de l'activité amylolytique des micro-organismes.

Méthode

Des échantillons d'environ 200 g de racines de manioc fermentées de la manière traditionnelle, séchées au soleil et broyées, ont été obtenus des villages où les racines ont été préparées. Onze échantillons de « makopa », dix de « kivunde » et dix d'« udaga » ont été analysés.

Les méthodes types ont été suivies aux fins de cette analyse. La numération totale des bactéries de la famille Enterobacteriaceae, *Bacillus* spp., BAL, levures et moisissures a été faite. Les isolats ont été examinés en fonction de leur morphologie et de leur réaction biochimique. La coloration de Gram des isolats bactériens a été faite selon la méthode de Suslow et al. (1982).

Les tests biochimiques effectués sur les isolats se rapportaient à leur activité catalasique, leur activité oxydasique et leur capacité à hydrolyser l'amidon. L'identification des bactéries de la famille Enterobacteriaceae a été réalisée au moyen d'essais biochimiques utilisant la méthode Minitek Enterobacteriaceae II (Système d'identification 25 193, Systèmes microbiologiques BBL, Becton-Dickinson, ND, É-U). Les *Bacillus* sporulés ont été identifiés selon la méthode de Seenappa et Kempton (1981). Les moisissures et les levures ont été identifiées selon Samson et al. (1984). Les BAL ont été identifiées par des méthodes de consultation du manuel de Bergey (1974) et par des essais biochimiques selon l'API 50 CHL Lactobacillus (Systèmes API, SA, La Balme Les Grottes 38 390, Montalieu, Vercieu, France).

Le pH a été mesuré au moyen d'un pH-mètre. Les acides organiques ont été analysés au moyen d'une chromatographie liquide à grande performance. Le niveau d'endotoxine a été mesuré au moyen du test Limulus, un lysat de cellules d'amibes (Coatest Endotoxin Manual Method, KabiVitrum S-112 87 Stockholm, Suède).

Résultats et discussions

Le Tableau 1 montre la variation de la numération des micro-organismes dans trois différents produits. Le pH du manioc est généralement d'environ 6. Dans notre étude, l'« udaga » a un intervalle pH peu élevé de 4,5 à 6 et il ne contient aucune bactérie de la famille Enterobacteriaceae (Tableau 1). Le Tableau 2 montre également que l'« udaga » contient plus d'acide lactique, par

Tableau 1. Répartition des micro-organismes dans trois différents types de produits à base de manioc fermenté.

(A) Numération totale et Enterobacteriaceae

Produit	Nombre de produits étudiés	Gamme pH du produit	Nombre de produits ayant un nombre de micro-organismes dans une gamme donnée (CFU/g)[a]								
			Numération totale (NA)[b]				Enterobacteriaceae (VRB + 1% glucose)[c]				
			10	10^{3}–5	10^{5}–7	10^{7}–8	10	10^{1}–3	10^{3}–5	10^{5}–7	10^{7}–8
« Udaga »	5	4,5–5,0	2	3			5				
	4	5,0–5,5		3	1		4				
	1	5,5–6,0			1		1				
« Makopa »	3	5,5–6,0		1	2					2	1
	6	6,0–7,0			3	3				4	2
	2	7,0–7,5			2					1	1
« Kivunde »	3	5,5–6,0		1	2			3			
	4	6,0–7,0		1	3			3	1		
	3	7,0–7,5			3				2	1	
Manioc frais		6,1									

(à suivre)

Tableau 1 (suite).

(B) *Bacillus* et bactéries d'acide lactique

Produit	Nombre de produits étudiés	Gamme pH du produit	Nombre de produits ayant un nombre de micro-organismes dans une gamme donnée (CFU/g)[a]							
			Bacillus (BH1)[d]				Bactéries d'acide lactique (MRS)[e]			
			10^3	10^{3-4}	10^{4-5}	10^{5-6}	10^{3-4}	10^{4-5}	10^{5-6}	10^{6-7}
« Ugada »	5	4,5–5,0	2	3			1	1	3	
	4	5,0–5,5		4			1	3		
	1	5,5–6,0		1				1		
« Makopa »	3	5,5–6,0		1	1	1	2	1		
	6	6,0–7,0			4	2	3	3		
	2	7,0–7,5		1	1		2			
« Kivunde »	3	5,5–6,0		3			3			
	4	6,0–7,0	2	2			2	2		
	3	7,0–7,5	2		1		3			
Manioc frais		6,1								

(à suivre)

Tableau 1 (suite et fin).

(C) Levures et moisissures

Produit	Nombre de produits étudiés	Gamme pH du produit	Nombre de produits ayant un nombre de micro-organismes dans une gamme donnée (CFU/g)[a]						
			Levures (MEA)[f]			Moisissures (MEA)[f]			
			10^4	10^5	10^6	10^3	10^{3-4}	10^{4-5}	10^{6-7}
« Udaga »	5	4,5–5,0	2	3		2	3		
	4	5,0–5,5	3	1		1	3		
	1	5,5–6,0	1				1		
« Makopa »	3	5,5–6,0	1	2				2	1
	6	6,0–7,0	3	3				3	3
	2	7,0–7,5	1	1				1	1
« Kivunde »	3	5,5–6,0	2	1		3			
	4	6,0–7,0		2	2	4			
	3	7,0–7,5	1	2		3			
Manioc frais		6,1							

a CFU, unités formatrices de colonies.
b Agar nutritif incubé à 28°C pendant 4 à 5 jours.
c Violet Red Bile Agar + 1% de glucose incubé à 37°C pendant 1 jour.
d Brain Heart Infusion Agar incubé à 37°C pendant 2 jours.
e de Mar, Rogosa and Sharpe Agar + 0,1 g/L de primacine incubée à 28°C pendant 2 jours.
f Malt Extract Agar (Agar d'extrait de malt) + 30 mg de pénicilline et 30 mg de streptomycine par litre incubés à 24°C pendant 5 jours.

Tableau 2. Principaux acides organiques (% dans trois différents types de produits fermentés).

Type de produit	Acide lactique	Acide acétique	Acide butyrique	Acide propionique
« Udaga »	0,24 ± 0,08(9)	–	–	–
« Makopa »	0,04 ± 0,02(10)	0,02 ± 0,02(9)	–	–
« Kivunde »	0,03 ± 0,01(9)	0,03 ± 0,01(7)	0,02 ± 0,01(5)	0,01 ± 0,003(4)

Remarque : les valeurs sont des valeurs moyennes ± ÉT avec le nombre d'échantillons étudiés entre parenthèses.

Tableau 3. Quantité d'endotoxine dans trois différents types de produits fermentés (mg/kg).

Type de produit	Nombre de produits étudiés	Nombre de produits ayant des taux d'endotoxine dans une gamme donnée			
		3,0	3,0–6,0	6,0–9,0	9,0
« Udaga »	10	6	4	–	–
« Makopa »	11	–	2	7	2
« Kivunde »	10	2	5	2	1

comparaison avec d'autres produits. La fermentation BAL entraîne une accumulation d'acides organiques, réduisant le pH du produit, ce qui réduit le nombre de bactéries de la famille Enterobacteriaceae (Lindgren 1983). Par conséquent, nous voyons que la fermentation observée dans la préparation de l'« udaga » pourrait être en partie attribuable aux BAL. Il s'est avéré que l'« udaga » présentait moins de risques que d'autres produits; il est jugé bien convenir à l'alimentation des enfants. Le « makopa » contenait un plus grand nombre de bactéries de la famille Enterobacteriaceae (Tableau 1); cela signifie que la méthode de préparation n'est pas sanitaire. Le « makopa » contenait également un grand nombre de moisissures du genre *Rhizopus* et *Crysonilia*. Ces moisissures sont amylolytiques et non toxiques. L'amidon est donc hydrolysé et la viscosité des gruaux réduite (Mlingi 1984). Anderson (1944) a rapporté que les produits à base de manioc ayant des moisissures rouges et noires avaient une saveur plus douce et étaient plus faciles à moudre; ces moisissures appartiennent probablement au genre *Rhizopus* (dont les spores sont noires) et *Crysonilia* (dont les spores sont écarlates); il est probable que l'hydrolyse de l'amidon provoquée par ces moisissures donne au produit une saveur plus douce. L'enrichissement protéique du manioc en raison de l'action des *Rhizopus oryzae* et *Rhizopus stolonifer* est également rapporté par Brook et al. (1969). Ce produit présente un avantage nutritionnel pour les enfants; la viscosité des gruaux est réduite, ce qui augmente par là même la densité énergétique et nutritive; cependant il a l'inconvénient de n'être pas très sain.

Les caractéristiques de la fermentation du « kivunde » ne sont pas évidentes à en juger par le Tableau 1. Numfor et Samke (1985) ont rapporté que pendant la préparation du « fufu » (un produit à base de manioc fermenté du Cameroun), les tubercules sont complètement immergés dans l'eau et cette opération peut être considérée comme une fermentation liquide. Des études ont donc été effectuées sur le liquide obtenu en pressurant le manioc trempé. Le « kivunde » est préparé de la même manière, mais le produit séché ne permet pas de recueillir autant de données sur la fermentation, sauf en ce qui a trait à l'innocuité du produit; celle-ci a été jugée comme étant située dans le cadre de limites acceptables. L'endotoxine est produite par les bactéries Gram négatif et on l'utilise comme indicateur de l'innocuité du produit.

Le Tableau 3 montre que l'« udaga » a un faible pourcentage d'endotoxine, ce qui indique un niveau de sécurité plus élevé que celui du « makopa »; ce résultat était également évident d'après l'évaluation microbienne dont il a été question plus tôt.

Les BAL trouvées dans ces trois produits appartiennent à la famille des *Streptococceae*. Il a été déterminé que les *Bacillus* spp isolés étaient des *Bacillus subtilis* et des *Bacillus cereus*; et les levures isolées étaient des *Saccharomyces cerevisiae* et des *Candida* spp.

Ces procédés de fermentation ne sont pas contrôlés; le produit peut donc varier d'une famille à l'autre. Bien que les produits finis ne donnent pas un tableau complet de la fermentation, la présente étude fournit certaines informations sur le procédé de base et sur l'innocuité de ces produits.

Conclusions

Nous voyons d'après les données que bien que l'« udaga » puisse être donné aux enfants, il est nécessaire d'avoir plus d'information sur sa qualité nutritionnelle. Il a été constaté que le « makopa » contenait un taux élevé de moisissures non toxiques et amylolytiques. Ces moisissures hydrolysent l'amidon et réduisent donc la viscosité du gruau préparé à partir de la farine « makopa ». Parallèlement, le « makopa » contient un grand nombre de bactéries de la famille Enterobacteriaceae. Il est possible que ces bactéries soient détruites pendant la cuisson; il est donc nécessaire d'obtenir plus d'information sur l'innocuité des gruaux à base de cette farine.

Bibliographie

Anderson, G.W. 1944. Notes on cassava preparation in North Kavirondo and Samia. The East African Agricultural Journal, octobre 1944, 111-112.

Brook, E.J., Stanton, W.R., Wallbridge, A. 1969. Fermentation methods for protein enrichment of cassava. Biotechnology and Bioengineering, XI, 1271-1284.

Buchanan, R.E., Gibbons, N.E., ed. 1974. Bergey's manual of determinative bacteriology. (8th ed.). Williams and Wilkins Co., Baltimore, MD, É-U.

Hakimjee, M. 1985. Preliminary study of traditional cassava fermentation in Tanzania and the amylolytic activity of microorganisms associated with fermentation. In International Foundation for Science/United Nations University Workshop on Development of Indigenous Fermented Foods and Food Technology in Africa, Douala, Cameroon. International Foundation for Science, Stockholm, Suède.

Lancaster, P.A., Ingram, J.S., Lun, M.Y., Coursey, D.G. 1982. Traditional cassava-based foods: survey of processing techniques. Economic Botany, 36(1), 12-45.

Lindgren, S. 1983. Some aspects of the use of microbial cultures for fermentation and storage of feed products. Department on Microbiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suède. Rapport n° 16.

Mlingi, N. 1984. Nutritional evaluation of fermented cassava flour with special reference to protein quality, iron availability and bulk properties. Department of Nutrition, University of Uppsala, Uppsala, Suède. Thèse de maîtrise en sciences.

Numfor, F.A., Samke, P.N. 1985. Some preliminary observations on the microflora involved in the fermentation of cassava during fufu manufacture. In International Foundation for Science/United Nations University Workshop on Development of Indigenous Fermented Foods and Food Technology in Africa. Douala, Cameroon. International Foundation for Science, Stockholm, Suède.

Samson, R.A., Hoekstra, E.S., van Oorschot, C.N. 1984. Introduction to food borne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, Pays-Bas.

Seenappa, M., Kempton, A.G. 1981. A simple key for the identification of *Bacillus* species common in foods. Journal of Food Science and Technology, 18, 131-133.

Steinkraus, K., ed. 1983. Handbook of indigenous fermented foods. Marcel Dekker Inc., New York, NY, É-U.

Suslow, T.V., Schroth, M.N., Isaka, M. 1982. Application of a rapid method from gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. American Phytopathological Society Monograph, 72(7), 917-918.

Résumé des discussions

Afin d'apporter certains éclaircissements, le président a donné les définitions suivantes:

- Fermentation — processus microbien, qui entraîne des transformations bénéfiques;
- Acidification — processus microbien, qui résulte en acidité causée par des acides organiques. L'acidification peut être un objectif de la fermentation. Elle peut également être réalisée par l'addition de jus d'agrumes (comme le jus de citron ou de limette), ou de produits végétaux (comme le tamarin ou le baobab);
- Germination — processus végétal, résultant de l'activation des enzymes hydrolytiques des plantes et de la conversion des polymères (amidon et protéines) en molécules plus petites. Les enzymes supplémentaires peuvent être utilisées;
- Maltage — processus de préparation du malt;
- Malt — produit résultant du séchage du grain germé. Ce produit végétal contient un très grand nombre d'enzymes actives.

La communication présentée par A. Tomkins, D. Alwick et P. Haggerty, et les techniques de préparation des aliments qu'ils ont préconisées ont ensuite fait l'objet d'une discussion. Il a été proposé que nous devrions déterminer si ces techniques peuvent aider non seulement à augmenter la quantité d'aliments consommés, mais aussi à en améliorer la qualité. Il s'agit de considérations à long et à court termes. Nous devrons également déterminer l'innocuité des produits fermentés, en ce qui a trait à la contamination par des microbes pathogènes. Il faut tenir compte des facteurs qui influent sur le choix de la technologie: la charge de travail des mères, le manque de combustible, etc. Enfin, des plans doivent être développés pour faire connaître et encourager ces techniques.

Il a été constaté que l'usage de bouillies acides réduisait la diarrhée pathogène. Le groupe a discuté de trois mécanismes bactéricides possibles: pH, présence d'acides gras volatiles et substances anti-microbiennes. Il a été mentionné que certaines bactéries productrices d'acide lactique produisaient des substances de genre antibiotique: les *Lactobacillus bulgaricus*, par exemple, produisent la substance « bulgarican ». L'importance d'enquêter non seulement sur le sort de ces organismes mais aussi sur celui des métabolites et des toxines produites par les micro-organismes a été soulignée. Comme l'a remarqué

Tomkins, les ouvrages publiés présentent peu de simples expériences qui permettraient de vérifier si les bactéries vivent ou meurent dans un bol de bouillie.

Le Dr Brown a parlé du besoin de recueillir de meilleures données sur la digestibilité des aliments pour les êtres humains. Il a signalé qu'il était possible de le faire, mais que le procédé était coûteux et n'était possible que pour une petite gamme d'aliments. Il est donc nécessaire de parvenir à un consensus sur le choix des produits alimentaires et des méthodes de préparation des aliments qui seront soumis à des essais.

Certaines questions ont été posées sur la réduction de la teneur en lysine qui se serait produite pendant l'acidification de l'« uji ». Le Dr Mbugua a reconnu qu'il était possible que des techniques de mesure inadéquates aient indiqué une telle réduction alors qu'en fait il n'y en avait pas. D'autres études ont montré que la teneur en lysine augmentait avec la fermentation.

Des questions ont été soulevées sur l'acceptabilité des bouillies non édulcorées — une question traitée dans l'exposé de Keregero et Kuwijila. Il a été avancé que bien que les enfants qui ont reçu des bouillies acides ne les aient pas refusées, ils n'ont pas non plus manifesté de préférence à leur égard.

Une question a été posée concernant l'augmentation de la protéine à la suite de la fermentation du manioc dont Mlingi a fait rapport. On a soutenu qu'on peut obtenir des augmentations substantielles de protéines seulement si un substrat azoté, tel que l'urée, est ajouté au produit. On a affirmé qu'on n'avait jamais prouvé que l'azote pénètre dans les produits d'alimentation à partir de l'air via les micro-organismes.

Le président a ensuite décidé d'éclaircir les points liés aux définitions de la viscosité et de la densité énergétique. L'exemple suivant a été utilisé :

	Bouillie non fermentée	Bouillie fermentée	Bouillie fermentée avec l'addition de plus de farine
Poids sec (g)	6	6	8
Viscosité (cPo)	100	80	100
Densité calorique (kcal/g)	25	25	33

[Note du rédacteur : on voit dans la première colonne une bouillie non fermentée d'une densité énergétique de 25 kcal/g et d'une viscosité de 100 cPo. Au cours de la fermentation, certaines modifications dans la structure des granules amylacés et une certaine hydrolyse de l'amidon en sucres solubles se sont produites ayant pour résultat une diminution dans la viscosité (80 cPo) (deuxième colonne). Il y a lieu de noter, toutefois, que le processus de fermentation n'a pas accru la quantité de produit alimentaire dans la bouillie ; en conséquence, la densité énergétique demeure inchangée (25 kcal/g) même si la bouillie paraît maintenant un peu plus fluide et « moins volumineuse ». Dans la

dernière colonne, on donne un exemple de bouillie à laquelle on a ajouté plus de farine, 8 g au lieu de 6. Donc, la fermentation a été utilisée pour diminuer la viscosité de cette bouillie à 100 cPo. Il en résulte une bouillie ayant la même viscosité (et le même volume) que la bouillie non fermentée, mais une densité énergétique plus élevée (33 kcal/g au lieu de 25). Même si l'on dit souvent que la fermentation (ou l'addition de grain germé ou de « farine énergétique ») accroît la densité énergétique d'une bouillie, ce n'est pas rigoureusement exact. L'augmentation de la densité énergétique est réalisée par l'addition d'une plus grande quantité de farine, et la viscosité de cette bouillie plus épaisse est ensuite réduite par la fermentation ou le processus enzymatique. La question de la définition du volume alimentaire est étudiée plus à fond dans le document de Svanberg présenté dans ce volume.]

La discussion a porté sur la question de la réduction de l'apport alimentaire pendant la maladie. Deux raisons expliquent cet apport alimentaire réduit: une anorexie physiologique réelle, ainsi qu'une habitude d'abstention de nourriture dictée par la culture. Les liquides peuvent être plus faciles à consommer pendant la maladie. Lorsqu'on parle des effets d'une maladie sur l'apport énergétique, il est important de déterminer la nature de la maladie concernée. Selon les travaux du Dr Brown, la maladie diarrhéique seule n'a pas été associée à une réduction de l'apport énergétique; cependant, il a été constaté que de telles réductions étaient, dans une certaine mesure, associées à la présence de fièvre, ou de fièvre et de diarrhée.

Le groupe a discuté de la question de l'alimentation forcée. Bien que cette pratique ait été découragée, son usage a été signalé au Nigeria (par le Dr Brown) et au Kenya. Certains considèrent l'alimentation forcée comme un moyen utile de fournir des calories à un enfant, dans les cas où seulement une bouillie de base volumineuse est offerte. Cette pratique était auparavant employée par les femmes plus âgées qui avaient beaucoup d'expérience; malheureusement, leurs compétences n'ont pas été transmises à la génération des mères actuelles. En résultat, l'alimentation forcée est souvent mal faite, provoquant l'aspiration des aliments et entraînant la mort. Des études sont actuellement en cours pour évaluer cette situation. Un problème particulier est dû à l'aspiration qui a lieu lorsque les aliments contiennent des corps gras saturés; celle-ci peut entraîner la « pneumonie huileuse ».

Le groupe a ensuite remarqué l'importance de déterminer le pH ainsi que le pouvoir tampon de la bouillie acide (cette information n'a pas été fournie dans l'étude du Dr Brown).

En ce qui concerne l'exposé de Hakimjee et Lindgren, il a été avancé que les relevés qu'ils ont faits se rapportaient au produit non cuit. Dans bien des cas, le produit sera cuit avant d'être consommé; l'importance des résultats devra donc être revue, en ce qui regarde le risque de diarrhée.

L'atoxicogénicité des champignons utilisés dans la préparation de certains produits à base de manioc a été contestée. Madame Hakimjee a déclaré que rien dans les travaux publiés n'indiquait la nocivité du *Rhizobious fungi*.

En ce qui concerne l'exposé d'Ayebo et Mutasa, certains points de vue ont été échangés sur la température à laquelle les fermentations se réalisent à domicile. Tout le monde s'est accordé pour dire que même si le récipient était enveloppé dans une couverture et laissé dans un endroit chaud, la température s'élèverait rarement au-dessus de 30°C.

Il a été souligné que dans les expériences du Dr Ayebo, le malt ajouté aux bouillies fournissait un inoculum bactérien ainsi que des hydrates de carbone et des enzymes. La capacité du sorgho à produire du malt et sa saveur dépend de la variété de sorgho; le Dr Ayebo n'avait utilisé que la variété de sorgho rouge. L'absence de toute variante dans les chiffres fournis au Tableau 4 a été remarquée.

Il a été jugé extrêmement important que des membres de la « population cible » fasse partie du jury sur la saveur; ces personnes seront, après tout, celles qui consommeront le produit.

La question de savoir si c'était le pH, le pouvoir tampon, ou l'acidité titrable qui était important pour protéger l'aliment de la contamination a été soulevée.

Le Dr Nout a fait la synthèse des discussions suivantes:

Fermentation des aliments pour enfants

Avantages	Coûts
Saveur et propriétés de consommation améliorées (organoleptiques)	Énergie nécessaire pour la croissance et la survie des micro-organismes
Plus grande assimilation des éléments nutritifs	Perte en éléments nutritifs
Conservation alimentaire et salubrité	Pertes et gaspillage dus au processus
Détoxication	

Il a été souligné qu'une telle synthèse devrait également tenir compte de l'acceptabilité sur le plan culturel et économique.

Le groupe a discuté des avantages que conférait la saveur acide de la bouillie fermentée. Il a été généralement reconnu qu'une telle saveur était désirable. Il a été dit que des enfants d'un hôpital du Zimbabwe ont consommé plus de bouillie acide que de bouillie non acide, fraîchement préparée. Les enfants malades, notamment, ont consommé davantage du produit fermenté. En Ouganda, la saveur acide des bouillies est jugée comme ayant des propriétés anti-nauséeuses. Au Lesotho, les mères ont associé la saveur acide de la bouillie fermentée à celle des oranges et des citrons, et elles ont dit qu'elle stimulait l'appétit des enfants malades. La saveur finale du produit a été associée au pouvoir tampon ainsi qu'au pH; lorsque le pouvoir tampon est faible, une bouillie légèrement acidifiée peut avoir une saveur inacceptable.

L'importance des produits de sevrage comme source primaire de bactéries

pathogènes dans le milieu où évolue l'enfant a été contestée; il a été souligné que les enfants à l'âge du sevrage se déplacent en rampant et qu'ils sont donc exposés à de nombreuses autres sources d'infection. À cela, il a été répondu qu'il ne s'agit pas d'une simple question d'exposition à des agents pathogènes bactériens, mais de l'importance de la dose infectieuse. Les aliments permettent aux micro-organismes de proliférer facilement et rapidement et ils présentent donc un plus grand risque que d'autres sources bactériennes. Il a également été jugé important de tenir compte de l'étiologie de la diarrhée ainsi que d'enquêter sur les effets de l'acidification sur des agents étiologiques précis.

En ce qui concerne le tableau des coûts et des avantages indiqués par le D' Nout, la question de savoir si nous devrions nous limiter aux bactéries qui se présentent fortuitement a été soulevée. Ne pourrait-on pas développer et fabriquer des bactéries dotées de propriétés précises désirables? Des bactéries ont bien été développées pour empêcher la glace de détruire les fraises; des techniques semblables ne pourraient-elles pas être utilisées pour résoudre des problèmes plus importants pour l'humanité?

La question des pertes et des gaspillages dus au processus a été discutée. La production de l'« ogi » nigérian a été donnée comme exemple de processus particulièrement inefficace. Le produit final est à peine plus que de l'amidon de maïs, d'où tous les éléments nutritifs solubles ont été extraits. Un procédé à sec plus efficace pour produire l'« ogi » a été développé.

Séance IV

Contamination des aliments et fermentation lactique

La salubrité des produits de sevrage à Kiambu, au Kenya

A.M. Pertet[1], E. Van Praag[2], S.N. Kinoti[1] et P. Waiyaki[1]

[1]Medical Research Centre, Kenya Medical Research Institute, BP 20752, Nairobi, Kenya; [2]Royal Tropical Institute, 63 Mauritskade/1092 AD, Amsterdam, Pays-Bas

Résumé *La contamination alimentaire a été associée à une consommation accrue d'agents pathogènes et à l'apparition de la diarrhée infantile. Une étude a été effectuée dans le district de Kiambu au Kenya; elle cherchait à découvrir quelles pratiques de sevrage qui présentent un grand risque de contamination fécale des aliments pour nourrissons, pourraient être modifiées par un programme d'intervention. La présence, juste avant la consommation, de l'Escherichia coli dans les aliments, a été prise comme indicateur de la contamination fécale. Sept cent trente-huit échantillons d'aliments préparés pour des nourrissons de moins d'un an ont été prélevés et examinés pour déceler la présence de l'E. coli. Les méthodes de préparation, d'entreposage et de manipulation ont également été enregistrées. Les résultats indiquent un faible niveau de contamination des aliments pour nourrissons. Il est probable que cela est dû à des techniques appropriées de manipulation des aliments, ainsi qu'au fait que la plupart des aliments ont été cuits relativement longtemps, à une température moyenne ou élevée.*

La salubrité des aliments de sevrage peut être définie en fonction de la manipulation, de la préparation et de l'entreposage des produits de sevrage effectués de manière à réduire la consommation d'agents pathogènes par l'enfant. Esrey et al. (1985) ont passé en revue les ouvrages sur les pratiques qui sont associées à une contamination accrue dans les pays en développement. Stanton et Clemens (1987) ont montré qu'il existait une association entre la fréquence du lavage à la main des produits avant leur préparation et l'incidence de maladies diarrhéiques. Dans une étude de collectivité, Black et al. (1982) ont trouvé une association entre la contamination des aliments avec l'*Escherichia coli* et l'incidence de la diarrhée *E. coli* entérotoxigène. Il a été trouvé que plusieurs pratiques étaient associées à une contamination fécale juste avant la consommation du produit. Barrell et Rowland (1979) ont trouvé qu'en Gambie le nombre d'agents pathogènes augmentait pendant l'entreposage de produits alimentaires précis. Black et al. (1982) ont trouvé qu'au Bangladesh, la contamination des aliments préparés dans le ménage augmentait en fonction des hausses de température et de la durée des périodes d'entreposage.

Dans le présent document, nous utilisons la contamination fécale (qui se produit juste avant la consommation) comme mesure de consommation d'agents pathogènes; le risque de contamination alimentaire sera déterminé d'après la mesure de la charge pathogène.

L'étude cherchait à découvrir quelles pratiques de sevrage qui présentent un grand risque de contamination fécale des aliments pour nourrissons pourraient être modifiées par un programme d'intervention. Il a été jugé nécessaire de déterminer:

- le degré de contamination fécale dans les produits de sevrage courants;
- la mesure dans laquelle la température et la durée de cuisson influent sur la contamination fécale des aliments;
- la mesure dans laquelle la contamination fécale est influencée par l'état des ustensiles ou par l'identité de la personne qui manipule les aliments pour nourrissons.

La région étudiée se trouve à 2 km de Nairobi, la capitale du Kenya. C'est une région rurale semi-aride située à une altitude de 1500–2000 mètres, avec des pluies annuelles de 600 à 700 millimètres de mars à juin et d'octobre à novembre. La population a une structure sociale homogène. Les habitants vivent dans des établissements villageois; chaque famille possède de 0,5 à 1 acre de terrain (1 acre = 0,405 ha), pratique l'agriculture de subsistance et élève quelques animaux. Cette région ne compte aucune industrie; les habitants travaillent dans les fermes avoisinantes ou à Nairobi. Six personnes en moyenne vivent dans chaque maison. La densité de la population varie de 200 à 600/km^2. L'eau est puisée d'un ou deux trous de sonde dans chaque village et elle est distribuée au moyen de charrettes traînées par des mulets. En moyenne 40 L d'eau sont utilisés par 50% des familles, 60 à 80 L par 40% et 100 à 160 L par 10%.

La méthodologie et les résultats

Soixante familles environ ont été observées tous les deux mois, de septembre 1986 à mai 1987. Un travailleur sur les lieux formé dans les méthodes d'observation est resté dans la famille observée de sept heures du matin à huit heures du soir, surveillant la manipulation des aliments et des boissons donnés à l'enfant par la personne qui s'en occupait. Les observations portaient sur la préparation (températures de cuisson, durée du travail, et type d'ingrédients), la durée d'entreposage, l'utilisation des ustensiles et l'identité de la personne qui nourrissait l'enfant.

Des échantillons des aliments consommés par l'enfant pendant la nuit ont été prélevés par la mère; ces échantillons ont été entreposés dans une boîte froide (à environ 4°C) jusqu'au matin suivant, où ils ont été recueillis et transportés entre des sacs de glace jusqu'au laboratoire central de Nairobi. Tous les échantillons ont été prélevés juste avant la consommation et à partir

du même ustensile utilisé pour le repas. Bien que la numération des enterobacteriaceae et des bactéries aérobies (pour connaître le niveau général d'hygiène) des 738 échantillons ait été effectuée, c'est l'*E. coli* qui a été choisi aux fins de la présente étude comme indicateur de la contamination fécale.

Le Tableau 1 montre la contamination des aliments fraîchement préparés et celle des restes d'un repas précédent. Les « échantillons de nuit » ont également été inclus dans les essais: les chercheurs souhaitaient déterminer si les personnes qui nourrissaient les enfants étaient plus attentives en présence des travailleurs sur les lieux. Ce tableau indique que le pourcentage des aliments contaminés était relativement faible (environ 14%). Les deux tiers du temps, les aliments étaient fraîchement préparés pour les nourrissons en présence des travailleurs; seulement 10,7% des échantillons d'aliments fraîchement préparés étaient contaminés. La contamination a été constatée plus souvent dans les échantillons des restes.

Le Tableau 1 montre également la contamination selon le type d'aliment; la contamination en question s'est produite juste avant qu'il soit consommé. Le Tableau 1 montre que parmi les diverses denrées consommées, les céréales cuites (les aliments le plus souvent utilisés) présentaient la plus forte contamination. Le Tableau 2 montre les différentes températures et durées de cuisson des produits du Tableau 1. Sur le total des échantillons d'aliments recueillis, environ le tiers a été cuit pendant plus d'une heure à des températures supérieures à 70°C. Dix pour cent des aliments ont été cuits pendant moins de cinq minutes à des températures inférieures à 30°C. Environ 60% des aliments ont été cuits à des températures moyennes, relativement longtemps.

Tableau 1. Échantillons d'aliments contaminés, en fonction de la fraîcheur et du genre d'aliment (% entre parenthèses).

	E. coli présent	*E. coli* absent	Total
Fraîchement préparé	38 (10,7)	318	356
Reste	34 (18,7)	148	182
Échantillon de nuit	34 (17)	166	200
Total	106 (14,4)	632	738
Genre d'aliment		16	20
Thé	4 (20)		
Bouillie	12 (11,2)	95	107
Céréale cuite	61 (20,1)	242	303
Eau	15 (9,8)	138	153
Lait	14 (10,4)	121	135
Total	106 (14,6)	612	718

Tableau 2. Nombre et proportion des échantillons d'aliments en fonction de la température et de la durée de cuisson.

Durée de cuisson (min)	Température de cuisson (°C)					
	≤30	31–39	50–69	70–79	≥80	Total
≤ 5	64	51	69	18	41	243
6–15	4	23	29	15	36	107
16–30	2	3	2	15	35	57
31–59	0	1	9	18	75	103
≥60	0	0	2	3	223	228
Total	70	78	111	69	410	738

Tableau 3. Échantillons d'aliments contaminés en fonction de la température et de la durée de cuisson (% entre parenthèses).

	E. coli présent	*E. coli* absent	Total
Température de cuisson (°C)			
≤30	14 (20,0)	56	70
31–49	7 (9,0)	71	78
50–69	20 (18,0)	91	111
≥70	65 (13,5)	414	479
Total	106 (14,4)	632	738
Durée de la cuisson (min)			
≤5	37 (15,3)	205	242
6–30	22 (13,6)	140	162
31–59	10 (9,7)	93	103
≥60	37 (16,0)	194	231
Total	106 (14,4)	632	738

Remarque: $\chi^2 = 2{,}58$, 3 df, $p = 0{,}46$.

Le Tableau 3 montre la contamination en fonction de la température et la durée de la cuisson. La contamination qui nous concerne ici s'est produite immédiatement après la préparation. Le Tableau 3 indique que ni la température ni la durée de cuisson n'ont influencé les niveaux de contamination. Toutefois, il faudrait noter que ces échantillons alimentaires n'ont pas été recueillis immédiatement après la préparation, mais juste avant la consommation; diverses méthodes de manipulation, telles que le refroidissement et l'entreposage avaient donc eu lieu.

Le Tableau 4 indique l'intervalle de temps entre la préparation ou le réchauffement de la nourriture et sa consommation. En présence d'un obser-

vateur, le nourrisson était nourri presque aussitôt après que la nourriture ait été préparée (Rowland et al. 1987); cela a été le cas dans plus de 75% du temps. Environ 16% des aliments étaient consommés dans les douze heures suivant leur préparation. Seulement 5% étaient consommés au cours d'une période de plus de douze heures. Nous voyons donc que bien que la contamination de ces aliments augmente en fonction de la durée d'entreposage, les quantités d'aliments entreposés sur des périodes prolongées sont heureusement très petites.

Le Tableau 5 montre la contamination en fonction du mode d'alimentation. Il faut noter que les aliments ont été servis dans des ustensiles, mais qu'ils n'ont pas été entreposés dans ces ustensiles. Sans compter les échantillons de nuit, prélevés en l'absence d'un observateur, environ 75% des nourrissons étaient nourris à la tasse et à la cuillère, 16% au biberon et un autre 7% à la main.

Le Tableau 6 montre la contamination en fonction de l'identité de la personne qui nourrit l'enfant. Nous constatons que le plus souvent (environ 75% du temps pendant la période d'observation), ce sont les mères qui donnent à manger aux nourrissons. À peu près le même nombre d'échantillons a été recueilli à partir des repas donnés par les mères que de ceux donnés par d'autres personnes ($p = 0,16$); toutefois, dans ce dernier cas, les niveaux de contamination sont notablement plus élevés.

Tableau 4. Échantillons d'aliments contaminés en fonction de la durée de l'entreposage (% entre parenthèses).

Durée de l'entreposage	*E. coli* présent	*E. coli* absent	Total
Consommé immédiatement	53 (12,6)	367	420
<12 h	14 (15,9)	74	88
>12 h	5 (17,9)	23	28
Échantillon de nuit	34 (16,8)	168	202
Total	106 (14,4)	632	738

Remarque: $\chi^2 = 2,49$, 3 df, $p = 0,48$.

Tableau 5. Échantillons d'aliments contaminés en fonction du mode d'alimentation (% entre parenthèses).

Méthode d'alimentation	*E. coli* présent	*E. coli* absent	Total
Biberon	12 (14,1)	73	85
Tasse et cuillère	53 (12,8)	361	414
À la main	7 (18,4)	31	38
Échantillonnage de nuit	34 (16,9)	167	201
Total	106 (14,4)	632	738

Remarque: $\chi^2 = 2,39$, 2 df, $p = 0,49$.

Tableau 6. Échantillons d'aliments contaminés en fonction de l'identité de la personne qui donne à manger au nourrisson (% entre parenthèses).

Personne qui donne à manger	*E. coli* présent	*E. coli* absent	Total
Mère	57 (13,2)	374	431
Autre	15 (14,2)	91	106
Échantillonnage de nuit	34 (16,9)	167	201
Total	106 (14,4)	632	738

Remarque : $\chi^2 = 3,59$, 2 df, $p = 0,16$.

Conclusions

L'étude a démontré que les niveaux de contamination des aliments pour nourrissons sont relativement faibles dans le district de Kiambu ; cela pourrait être dû aux facteurs suivants : dans plus de 75 % du temps, la nourriture est consommée presque immédiatement après sa préparation ; pendant la période de sevrage, les mères se chargent directement de l'alimentation des nourrissons ; le plus souvent, les aliments sont cuits relativement longtemps, à des températures moyennes et élevées (les hygiénistes alimentaires avaient expliqué aux mères que cela réduit la dose d'inoculation). Les échantillonnages d'aliments prélevés immédiatement après la cuisson produiront donc des résultats différents, selon la température et la durée de la cuisson.

Lorsque de hauts niveaux de contamination ont été constatés, l'étude montre que la manipulation des aliments après leur préparation avait joué un certain rôle ; il a été observé, par exemple, que lorsque les aliments sont cuits à des températures élevées, les mères ajoutent soit du lait froid, soit des restes pour les refroidir — un processus qui peut entraîner la contamination. Parmi tous les aliments de sevrage, les céréales cuites sont ceux qui ont été le plus souvent utilisés et qui étaient le plus souvent contaminés. Toutefois, il faudrait mentionner qu'une enquête de surveillance de la maladie diarrhéique menée dans ce district a montré que l'incidence des diarrhées était de 0,54 crise par enfant par année, chez les nourrissons de moins de six mois, et de 1,66 chez les enfants de six mois à un an ; ces taux semblent très faibles par comparaison avec ceux qui ont été observés dans d'autres régions du Kenya.

Bibliographie

Barrell, R.A.E., Rowland, M.G.M. 1979. Infant food as potential source of diarrhoea illness in rural West Africa. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 73(1), 85-90.

Black, R.E., Brown, K.H., Berkers, S., Abdul Alim, A.R.M., Merson, M.H. 1982. Contamination of weaning food and transmission of enterotoxigenic *E. coli*

diarrhoea in children in rural Bangladesh. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 73(2), 259-264.

Esrey, S.A., Feachem, R.G., Hughes, J.M. 1985. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children. Improving water supplies and excreta disposal facilities. Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé, 63, 757-772.

Rowland, M.G.M., et al. 1987. Bacterial contamination in traditional Gambian weaning foods. Lancet, 1987, 136-138.

Stanton, B.F., Clemens, J.D. 1987. An educational intervention for altering water-sanitation behaviours to reduce childhood diarrhoea in urban Bangladesh. II. A randomized trial to assess the impact of the intervention on hygienic behaviours and rates of diarrhoea. American Journal of Epidemiology, 125(2), 292-301.

La contamination fécale des aliments de sevrage au Zimbabwe

C. Simango

Ministry of Health, Blair Research Laboratory,
BP 8105, Causeway, Harare, Zimbabwe

Résumé *Au total, 222 échantillons de produits de sevrage ont été recueillis dans les domiciles de jeunes enfants souffrant de diarrhée ainsi que d'enfants témoins appariés selon l'âge. Les aliments les plus couramment recueillis étaient la bouillie, la « sadza » (bouillie épaisse), les légumes et le « mahewu », un gruau de céréales mi-sucré. Les échantillons ont été ensemencés par une culture microbienne pour déceler l'Escherichia coli ainsi que certains agents pathogènes bactériens intestinaux. Dix-sept pour cent des échantillons d'aliments étaient contaminés par l'E. coli ; les organismes pathogènes bactériens ont été isolés dans 3 % des échantillons. La plupart des aliments pour nourrissons avaient été entreposés de 13 à 24 heures ; toutefois, sauf pour les légumes, aucune relation n'a été constatée entre la durée d'entreposage et la contamination par l'E. coli. Un pourcentage plus faible de contamination bactérienne a été constaté dans les légumes qui ont été entreposés dans les ustensiles de cuisson ; autrement, aucune relation n'a été constatée entre la contamination par l'E. coli et les ustensiles utilisés pour l'entreposage.*

La maladie diarrhéique est l'une des principales maladies qui frappent les jeunes enfants des pays en développement. Dans certains de ces pays, on constate souvent une contamination fécale des aliments pour nourrissons et de l'eau, qui représentent donc des sources potentielles de maladie diarrhéique. Au Zimbabwe, le premier supplément alimentaire donné aux nourrissons, à partir de six mois environ, est la bouillie ; celle-ci est à son tour supplémentée par des aliments que consomment les adultes et qui consistent principalement en « sadza » (bouillie de farine de maïs épaisse), servie avec des légumes et de la viande. Les restes du repas du soir sont généralement consommés par les jeunes enfants le lendemain matin.

Les données présentées dans le présent document sont tirées d'une étude effectuée dans deux cliniques d'une collectivité agricole, portant sur la relation entre les produits de sevrage et l'eau du robinet et l'incidence de la diarrhée chez les enfants de cinq ans. Des prélèvements de selles et des échantillons d'aliments et d'eau du robinet ont été recueillis chez les enfants diarrhéiques ainsi que chez les enfants des groupes témoins du même âge. Ces prélèvements et ces échantillons ont ensuite été examinés pour détecter la présence de certains agents pathogènes entériques bactériens. Les échantillons d'eau et

d'aliments ont été également examinés pour détecter la présence d'*E. coli* (un indicateur de la contamination fécale).

La contamination de tous les aliments

Seules les données se rapportant aux aliments de sevrage sont présentées dans le présent document. Les types d'aliments examinés ainsi que leur niveau de contamination par l'*E. coli* sont indiqués dans le Tableau 1. La plupart des aliments recueillis dans les domiciles étaient des légumes (colza, chou, plantes locales), la « sadza » (une bouillie épaisse) et le « mahewu » (un gruau sur de céréales, fermenté et non alcoolisé). L'examen a permis de constater la présence de l'*E. coli* dans 21 % des échantillons de légumes, 18 % de « mahewu », 14 % de « sadza » et 9 % de bouillie. Toutefois, on a constaté que cet agent pathogène n'était présent que dans un très faible pourcentage des échantillons de viande (boeuf, poulet et poisson).

Le Tableau 2 montre le degré de contamination en fonction de la durée de l'entreposage. La plupart des aliments avaient été entreposés de 13 à 24 heures; très peu l'avaient été pendant plus de 24 heures. Aucun rapport n'a été constaté entre la durée de l'entreposage et la contamination par l'*E. coli*.

Tableau 1. Degré de contamination par l'*E. coli* des aliments consommés par les jeunes enfants.

	Nombre de prélèvements contaminés (numérations par mL/g d'aliments)						Échantillons contaminés (%)
	0	10^0–10^1	10^2–10^3	10^4–10^5	10^6–10^7	Total	
Légumes	34	–	5	3	1	43	20,9
« Mahewu »	31	–	2	4	1	38	18,4
Bouillie	32	–	1	–	2	35	8,6
« Sadza »	18	–	–	1	2	21	14,3
Viande	15	–	1	–	–	16	6,2
Solution sucre et sel (SRH)	9	–	–	3	2	14	35,7
Citrouilles	11	1	2	–	–	14	21,4
Pain	10	–	–	–	–	10	0
Thé	9	–	–	–	–	9	0
Lait	3	–	1	1	2	7	57,1
Pommes de terre	5	–	–	–	–	5	0
Maïs africain vert	1	–	1	1	–	3	66,7
« Fanta »	3	–	–	–	–	3	0
Riz	2	–	–	–	–	2	0
Maïs bouilli	1	–	–	–	1	2	50,0
Total	184	1	13	13	11	222	17,1

Tableau 2. Degré de contamination par l'*E. coli* des produits de sevrage, relativement à la durée d'entreposage.

Durée d'entreposage (heures)	Nombre de prélèvements contaminés (numérations par mL/g d'aliments)						Échantillons contaminés (%)
	0	10^0–10^1	10^2–10^3	10^4–10^5	10^6–10^7	Total	
0–12	10	1	3	3	2	19	47,4
13–24	93	1	10	10	7	121	23,1
25–36	2	–	–	–	1	3	33,3
37–48	5	–	–	–	–	5	0
> 48	1	–	–	–	1	2	50,0

Tableau 3. Degré de contamination par l'*E. coli* des produits de sevrage en fonction du type d'ustensile d'entreposage.

Type d'ustensile d'entreposage	Nombre de prélèvements contaminés (numérations par mL/g d'aliments)						Échantillons contaminés (%)
	0	10^0–10^1	10^2–10^3	10^4–10^5	10^6–10^7	Total	
Casserole ayant servi à la cuisson	39	–	3	2	2	46	15,2
Bol	40	–	6	3	3	52	23,1
Boîte de métal ou contenant en plastique	18	1	1	3	1	24	25,0
Tasse	14	–	1	1	1	17	17,6
Bouteille	12	–	–	3	3	18	33,3
Pot en terre cuite	7	–	3	–	–	10	36,0
Sac de plastique	6	1	–	1	–	7	25,0
Autre	2	–	–	–	–	2	0
Couvert	120	1	9	1	5	135	11,1
Non couvert	53	2	4	2	5	66	19,7
Contenant des restes	94	1	8	3	7	113	16,8
Contenant des aliments, non des restes	33	1	2	3	–	39	15,4

Tableau 4. Degré de contamination par l'*E. coli* des bouillies, « mahewu », légumes et « sadza » relativement à la durée d'entreposage et à l'ustensile d'entreposage.

	Nombre de prélèvements contaminés (numérations par mL/g d'aliments)						Échantillons contaminés (%)
	0	10^0–10^1	10^2–10^3	10^4–10^5	10^6–10^7	Total	
Bouillie							
Durée d'entreposage							
0–12 h	27	–	1	–	2	30	10,0
13–24 h	3	–	–	–	1	4	25,0
25–36 h	1	–	–	–	–	1	0
Ustensile d'entreposage							
Plat de cuisson	14	–	1	–	1	16	12,5
Bol	8	–	–	–	–	8	0
Tasse	8	–	–	–	1	9	11,1
Autre	1	–	–	–	1	2	50,0
« Mahewu »							
Durée d'entreposage							
0–12 h	1	–	–	1	1	3	66,6
13–24 h	25	–	3	2	1	31	19,4
25–36 h	2	–	–	–	–	2	0
37–48 h	3	–	–	–	–	3	0
Ustensile d'entreposage							
Plat de cuisson	9	–	–	1	–	10	10,0
Contenant en plastique/boite de fer blanc	13	–	–	2	1	16	18,7
Tasse	4	–	–	1	–	5	20,0
Pot en terre	5	–	2	–	–	7	28,6
Légumes							
Durée d'entreposage							
0–12 h	18	–	1	–	–	19	5,3
13–24 h	16	–	4	3	1	24	33,3
Ustensile d'entreposage							
Plat de cuisson	24	–	3	–	–	27	11,1
Bol	10	–	2	3	1	17	35,3
« Sadza »							
Durée d'entreposage							
0–12 h	5	–	–	1	–	6	16,7
13–24 h	10	–	–	–	2	12	16,7
Ustensile d'entreposage							
Plat de cuisson	1	–	–	–	–	1	0
Bol	14	–	–	1	2	17	17,6

Le Tableau 3 montre le degré de contamination par l'*E. coli* en fonction des ustensiles utilisés pour l'entreposage. Les degrés de contamination constatés avec les divers récipients utilisés n'étaient pas très différents; cela s'applique également à la question de savoir si les récipients étaient couverts ou non. L'*E. coli* était présent dans 17 % des restes et dans 15 % des aliments qui n'étaient pas des restes.

La contamination des aliments les plus courants

Le Tableau 4 montre les degrés de contamination bactérienne des aliments que l'on trouve le plus couramment dans les domiciles (bouillie, « sadza », « mahewu » et légumes), relativement à la durée d'entreposage et à l'ustensile utilisé pour l'entreposage. La plus grande partie de la bouillie donnée aux nourrissons a été entreposée pendant moins de 12 heures; la casserole était le récipient le plus couramment utilisé. Il y a eu un peu plus de contamination lorsque la bouillie était entreposée dans des contenants autres que la casserole ayant servi à la cuisson (respectivement 16 et 13 %). La plus grande partie du « mahewu » était entreposée pendant 13 à 24 heures, et une variété de récipients était utilisée. D'après ce tableau, on peut voir que la plupart des légumes étaient entreposés pendant des périodes de 13 à 24 heures et qu'une augmentation de la contamination par l'*E. coli* s'accompagnait d'une augmentation de la durée d'entreposage. Comme dans le cas de la bouillie, les légumes entreposés dans les ustensiles de cuisson étaient moins contaminés que les légumes entreposés dans des bols. La plus grande partie de la « sadza » avait été entreposée dans des bols pendant des périodes allant jusqu'à 24 heures.

Les agents pathogènes intestinaux isolés

Tous les échantillons d'aliments recueillis dans les domiciles ont été mis en cultures pour déceler la présence des agents pathogènes bactériens suivants: *Salmonella* sp., *Shighella* sp., *Campylobacter* sp., *Aeromonas* sp., *E. coli* entéropathogène et *E. coli* entérotoxicogène. L'*E. coli* entéropathogène était l'agent pathogène le plus couramment isolé. Les sérotypes d'*E. coli* entéropathogène isolés dans les aliments étaient semblables à ceux qui avaient été isolés dans les prélèvements de selles des enfants. Le *Campylobacter* sp., l'agent pathogène bactérien le plus courant isolé dans les prélèvements de selles, n'a été isolé dans aucun échantillon d'aliments recueilli aux domiciles des enfants.

Vu que les données sont toujours en cours d'analyse, les résultats des recherches sur la contamination de l'eau (la source de contamination des aliments et des récipients la plus probable) ne sont pas fournis.

La composition et la sécurité microbiologique des produits de sevrage à base de céréales

M.J.R. Nout[1], J.G.A.J. Hautvast[2], F. van der Haar[3], W.E.W. Marks[1] et F.M. Rombouts[1]

[1]Department of Food Science and [2]Department of Human Nutrition, Agricultural University, De Dreijen 12, 6703 BC Wageningen, Pays-Bas; [3]International Courses in Food Science and Nutrition, International Agricultural Centre, Lawickse Allee 11, 6701 AN Wageningen, Pays-Bas.

Résumé *La pertinence d'un produit de sevrage complexe peut être déterminée par l'étude des facteurs suivants : le groupe cible — ses besoins énergétiques et protéiques, et sa capacité de consommation alimentaire quotidienne ; l'usage et la composition chimique des ingrédients locaux ; l'acceptabilité du produit, sur le plan de sa saveur et de sa consistance. Certains exemples sont fournis de la composition des mélanges de farine de sorgho blanc, de farine de pois de pigeon et de farine d'arachides avec de l'huile végétale ou du malt de sorgho ajoutés pour améliorer la viscosité. Le présent document présente les propriétés microbiologiques de la bouillie de sorgho et de mélanges complexes à base de sorgho. Il examine notamment l'effet de la fermentation contrôlée de l'acide lactique sur la stabilité microbiologique des produits finals cuits. La fermentation contrôlée de l'acide lactique d'une base de sorgho a donné un pH de 3,80 au bout de 12 heures à 30°C et produit des bouillies où la Salmonella typhimurium ajoutée a été détruite lors d'expériences d'entreposage à 30°C pendant 24 h. Des effets similaires pourraient être obtenus dans les mélanges composés à base de sorgho et de farines d'arachides et de pois de pigeon. Il a été conclu que la fermentation lactique pouvait être un excellent moyen de protéger de la contamination les aliments complexes à base de céréales.*

Le Fonds des Nations-Unies pour l'enfance a récemment estimé que plus de quatorze millions de nourrissons et d'enfants de moins de cinq ans meurent chaque année dans les régions tropicales du monde entier (UNICEF 1987). L'une des principales causes de cette mortalité est la diarrhée aqueuse — induite par l'infection provoquée par des micro-organismes pathogènes. Bien que d'autres infections comme l'*Ascaris* nuisent également à l'état nutritionnel (Stephenson et al. 1980), l'incidence de la diarrhée aqueuse aiguë est une des principales causes de déshydratation et de mauvaise assimilation des éléments nutritifs du régime alimentaire (NRC 1985); selon Evans, elle cause annuelle-

ment la mort de cinq millions de nourrissons et d'enfants (1986). Nous devons également inclure l'apport inadéquat des macro-nutriments et éléments énergétiques qui entraîne la malnutrition protéocalorique (MPC) et une mortalité estimée à trois millions par an (Evans 1986).

Les micro-organismes associés aux maladies diarrhéiques font partie de trois familles bactériennes, notamment: les *Enterobacteriaceae* parmi lesquelles les genres *Escherichia, Salmonella, Shigella* et *Yersinia* qui sont bien connus pour provoquer la gastroentérite d'origine alimentaire; les *Vibrionaceae*, associés au choléra, et les *Spirillaceae*, parmi lesquels le genre *Campylobacter* est de plus en plus considéré comme une bactérie pouvant causer une infection d'origine alimentaire. Bien que tous les êtres humains puissent contracter une infection à la suite de la consommation d'aliments ou d'eau contaminés, les preuves épidémiologiques montrent que les personnes qui présentent des risques élevés sont celles qui sont affaiblies ou qui ont un mauvais état nutritionnel (Chen 1983). Il s'agit surtout de nourrissons, de jeunes enfants, de malades et de personnes âgées. Pour combattre la malnutrition, nous devrions donc concentrer nos efforts pour combiner une consommation accrue d'éléments nutritifs indispensables et une protection contre les micro-organismes potentiellement nocifs.

Dans le présent document, nous nous efforçons de traiter ces deux aspects, avec à l'esprit l'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants, notamment pendant la période de sevrage. Nous discuterons du concept d'un produit de sevrage complexe à base de céréale. Ce sujet présente un intérêt particulier pour le Department of Human Nutrition de l'Université agricole de Wageningen, Pays-Bas, ainsi que pour les International Courses in Food Science and Nutrition de l'International Agricultural Centre, Wageningen, Pays-Bas, où ce concept a été mis à l'épreuve dans les travaux pratiques de plusieurs groupes de projet de participants aux cours pour les étrangers. Nous discuterons ensuite des propriétés microbiologiques des mélanges complexes à base de céréales, en donnant une idée de certaines recherches effectuées au Department of Food Science de l'Université agricole. Récemment, Alnwick (1986) a souligné le besoin d'avoir des données sur la conservation réalisée au moyen de la fermentation de bouillies à base de sorgho ou d'autres céréales. Le présent document a pour but de fournir un aperçu de l'effet de la fermentation lactique sur la sécurité microbiologique de ces produits.

Les produits de sevrage en Afrique

Les bouillies à base de céréales («uji», «ogi», etc.) sont couramment utilisées comme produits de sevrage. Il est possible de préparer ces bouillies de trois différentes manières: a) farine fraîchement préparée + eau — faire bouillir — consommer (bouillie «douce»); b) farine fraîchement préparée + eau — laisser fermenter pendant la nuit — faire bouillir — consommer (bouillie sure); et c) farine fraîchement préparée + eau — faire bouillir — laisser fermenter — consommer (bouillie sure). Les méthodes a) et b) sont les plus couramment

utilisées et la méthode c) n'est utilisée que de temps en temps. La méthode de fermentation b) est surtout une méthode non contrôlée et mixte. Les bactéries productrices d'acide lactique sont responsables de la fermentation.

La fermentation des céréales peut avoir les avantages suivants:

- **organoleptiques**: en raison de la production des acides butyrique, acétique et lactique (Banigo et Muller 1972) et d'autres métabolites, une saveur acceptable est développée;

- **viscosité**: les bouillies fermentées se cuisent plus facilement et leur viscosité est plus faible (Mbugua 1987); on peut donc obtenir une plus grande concentration en matière sèche ainsi qu'une viscosité acceptable dans le produit final;

- **nutritionnels**: pendant les 24 heures de fermentation, certaines vitamines, comme la thiamine, la riboflavine et la niacine, sont synthétisées (El Tinay 1978); le fractionnement des protéines entraîne l'augmentation des acides aminés libres, dont la lysine, la méthionine (Fernandes et al. 1987) et le tryptophane (Mbugua 1987); la fermentation pourrait aussi réduire la teneur en éléments antinutritionnels comme les tanins et l'acide phytique (Muller 1981) et probablement des inhibiteurs de trypsine; il est intéressant de noter que dans du sorgho contaminé par l'aflatoxine, il a été constaté que 63% de l'aflatoxine B1 étaient éliminés pendant la fermentation de l'«ogi» (Dada et Muller 1983);

- **effets de conservation**: en raison de l'acidité et de la présence d'acides organiques dans la fermentation lactique, le développement de plusieurs bactéries pathogènes et bactéries provoquant l'avarie est inhibé.

Ce dernier aspect peut présenter un intérêt particulier, vu que la bouillie entre facilement en contact avec des micro-organismes pathogènes de l'eau ou du matériel utilisé, ou pendant la manipulation, même dans de bonnes conditions d'hygiène. L'habitude de conserver les restes présente aussi un intérêt particulier; les durées d'entreposage peuvent se prolonger sur six à huit heures à la température ambiante (25 à 30 °C). En Gambie, il a été constaté que les aliments de sevrage traditionnels non fermentés contenaient un grand pourcentage d'agents pathogènes au bout d'une telle durée d'entreposage (Rowland et al. 1978).

Les avantages potentiels de la fermentation lactique ont été rapportés par Alnwick (1986). Notre propre recherche a été en partie inspirée par ses recommandations à la recherche sur la capacité des bouillies fermentées à protéger le consommateur contre les micro-organismes pathogènes. Bien que la fermentation offre de nombreux avantages intéressants sur le plan nutritionnel et de la sécurité alimentaire, il nous faut reconnaître que, pour être actifs, les micro-organismes ont besoin d'énergie et d'éléments nutritifs; par conséquent, la fermentation va réduire, dans une certaine mesure, la quantité totale des éléments énergétiques des aliments (Muller 1981); des pertes protéiques et

vitaminiques s'ensuivront également (El Tinay 1978). Il est donc nécessaire de trouver des moyens de réduire autant que possible de telles pertes.

Les produits de sevrage complexes

Au cours de la période de sevrage, le nourrisson passe progressivement de l'alimentation au sein exclusive à un régime alimentaire adulte complet. La pertinence d'un produit de sevrage peut être déterminée en considérant les facteurs suivants: groupe cible — ses besoins nutritifs particuliers et sa capacité de consommation; les ingrédients et leur valeur nutritionnelle; l'acceptabilité physique, organoleptique et culturelle des aliments préparés.

Les nourrissons ont besoin d'une supplémentation alimentaire vers quatre à six mois (Waterlow 1981). Une administration progressive d'une supplémentation alimentaire entraîne une réduction concomitante de la dépendance de l'enfant à l'égard du lait maternel; cette réduction se poursuit jusqu'à ce que l'enfant puisse satisfaire tous ses besoins nutritionnels au moyen d'un régime alimentaire adulte. En dehors des préoccupations d'ordre nutritionnel, le développement de certaines capacités physiques (mastication et déglutition de quantités relativement grandes d'aliments solides) détermine le type d'aliments convenant à un âge particulier; l'âge maximal problématique est neuf à 12 mois, lorsque des besoins nutritionnels déjà considérables coïncident avec une capacité de mastication et de déglutition encore limitée ainsi qu'une capacité gastrique réduite (Waterlow et Payne 1975). Des études ont été faites pour établir les normes des besoins protéocaloriques (Klaver 1985); lorsqu'un produit ou un repas a une teneur protéique nette de 7,8 % de la valeur calorique totale, ce produit ou ce repas répondra aux besoins protéiques de presque tous les enfants de neuf à 12 mois, à condition qu'ils en mangent une quantité suffisante pour répondre à leurs besoins énergétiques. L'apport énergétique tient donc une place prédominante; ce qui coïncide avec le courant actuel de pensée sur l'étiologie et la prévention de la MPC.

Le principal constituant calorique des produits et des régimes de sevrage est l'amidon provenant des céréales ou des tubercules qui sont les produits de base culturellement acceptables. Le gonflement de l'amidon pendant la cuisson provoque une importante augmentation du volume du produit; compte tenu du fait que la fréquence de l'alimentation et la capacité gastrique sont limitées, il est donc peu pratique de dépendre de ces produits pour couvrir tous les besoins énergétiques de l'enfant (Nicol 1971). Augmenter la teneur en matière sèche augmentera la consistance et donnera ainsi un produit inacceptable pour l'enfant qui ne consomme pas encore d'aliments solides. Voici deux méthodes plus simples pour résoudre ce problème: premièrement, ajouter une huile ou une matière grasse comestible (Dearden et al. 1980); deuxièmement, utiliser un malt de céréale (Brandtzaeg et al. 1981). Ces deux techniques donnent une viscosité plus faible et permettent donc de faire un repas de meilleure valeur nutritionnelle par unité de volume. En raison de l'impossibilité de fournir une alimentation fréquente, de plus grands apports énergétiques sont ainsi réalisés.

L'impossibilité d'alimenter l'enfant fréquemment est déterminée par la culture, du moins en partie. Si les possibilités de conservation des aliments ne sont pas envisagées, il sera le plus souvent irréaliste de conseiller une alimentation plus fréquente. Dans le présent document, nous considérons l'utilité de simples techniques de fermentation pour la préparation de produits de sevrage nutritionnellement satisfaisants, pouvant être conservés en toute sécurité et, par conséquent, permettant une alimentation plus fréquente.

La composition des formules

Les ingrédients utilisés aux fins de cette étude étaient la farine de sorgho blanc, les pois de pigeon moulus, la farine d'arachides, l'huile d'arachide et le malt de grain de sorgho blanc. La composition approximative de ces ingrédients a été calculée au moyen de tableaux alimentaires (Platt 1962; FAO 1970, 1986); les calories, les protéines et les matières sèches ont été déterminées au moyen de méthodes de laboratoire. Les teneurs caloriques ont été calculées en tenant compte de la digestibilité dans la détermination de l'énergie métabolisable. Les proportions optimales d'ingrédients ont été déterminées par des principes de complémentarité en jeu dans l'organisation des acides aminés (Klaver 1985). Les quantités souhaitables d'ingrédients ont été calculées à partir des recommandations relatives aux apports énergétiques. De l'huile d'arachide et du malt de sorgho ont été ajoutés aux mélanges selon une quantité pouvant provoquer un dispersement de cinq à six centimètres de diamètre à une température de 45°C en une minute à partir d'une position de départ cylindrique (2,5 cm de diamètre; 7 cm de hauteur), au moyen d'un consistomètre Adams (Szczesniak 1972).

Les compositions des mélanges sont données au Tableau 1, tout comme leurs valeurs protéocaloriques. La densité énergétique est d'environ 80 kcal/100 mL. Un nourrisson de neuf mois a une capacité gastrique d'environ 275 mL (Tomkins 1986); un repas permet donc un apport énergétique de 220 kcal, et un apport protéique utilisable de 4,3 g.

Tableau 1. Composition et valeur nutritive des mélanges à base de sorgho.

Ingrédient	S-PP-H-M[a]	S-PP-M[a]	S-A-H[a]	S-A-M[a]
Farine de sorgho (%)	11,6	16,9	6,6	10,0
Farine de pois de pigeon (%)	4,3	2,8	–	–
Farine d'arachide (%)	–	–	8,0	7,7
Huile d'arachide (%)	2,4	–	0,8	–
Malt de sorgho (%)	0,2	1,2	–	0,2
Eau (%)	81,5	79,1	84,6	82,1
Énergie (kcal/100 mL)	83,0	79,0	77,0	82,0
Protéines utilisables nettes (g/100 mL)	1,6	1,5	1,5	1,6

[a] S, sorgho; PP, pois de pigeon; A, arachide; H, huile d'arachide; M, malt de sorgho.

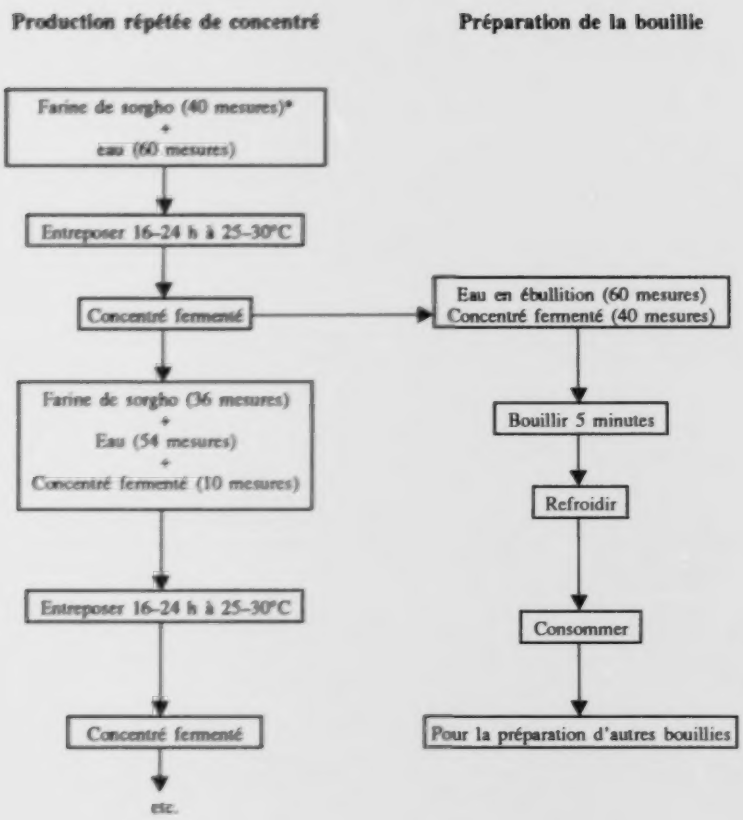

Fig. 1. Fermentation de la farine de sorgho et préparation de bouillie.
*** Mesures en fonction du poids.**

La fermentation lactique contrôlée de la farine de sorgho

La Figure 1 présente une technique de contrôle de la fermentation lactique bien simple, qui peut être employée au foyer. Chaque jour, une petite quantité du concentré fermenté est utilisée comme catalyseur de la prochaine fermentation. Le reste sert à préparer la bouillie. Il s'agit d'une méthode traditionnelle de fermentation appelée repiquage. En continuant ainsi d'utiliser environ 3 à 10% du lot précédent comme catalyseur de la prochaine fermentation, une sélection progressive des micro-organismes s'imposera, favorisant les micro-organismes qui se développent mieux dans un milieu de faible pH et des conditions proches de l'anaérobiose.

L'effet de ce procédé de fermentation sur l'acidité est résumé au Tableau 2. Après trois répétitions de repiquage, nous voyons que le pH est considérablement inférieur (3,8 à 4) à celui d'une farine fraîchement préparée ou d'un mélange fermenté seulement une fois; l'acidité (provoquée principalement par les acides lactique et acétique) est plus élevée (environ 0,85 %, calculée comme étant celle de l'acide lactique).

Cette stabilisation de l'acidification au moyen du repiquage est présentée dans la Figure 2. Nos premières expériences d'acidification stabilisée des graines de soja (Nout et al. 1987) ont montré que la méthode de repiquage est fiable au cours de longues périodes de temps, et que des interruptions occasionnelles (au moment, par exemple, des congés civils) n'influent pas nécessairement sur sa fiabilité. Le Tableau 3 montre qu'après quelques répétitions de repiquage, la composition de la microflore subit un déplacement considérable du côté des bactéries productrices d'acide lactique; certaines levures resteront également présentes. En revanche, les *Enterobacteriaceae* disparaissent progressivement, tout comme la flore épiphyte aérobie du sorgho (cette dernière comprend, par exemple, les moisissures et les bactéries du genre *Bacillus*, qui peuvent provoquer l'avarie ou l'intoxication alimentaire, ou les deux).

La méthode de repiquage décrite permet une fermentation lactique rapide et prévisible et elle peut être employée dans de simples conditions ménagères. Même si nous faisons mention ici de « fermentation lactique contrôlée », le maintien et la manipulation de pures cultures microbiennes ne sont pas exigés; c'est plutôt le principe de la sélection naturelle qui est appliqué. Une autre méthode de fermentation lactique est l'usage de ferments de culture pure dans des conditions aseptiques; cette méthode est illustrée par la fermentation lactique du maïs « uji » au moyen de cultures pures de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus*, qu'a effectuée avec succès Mbugua (1987); cette technique conviendrait bien au cadre des conditions contrôlées des opérations industrielles d'envergure.

Tableau 2. Effet de la fermentation lactique sur le pH et l'acidité du sorgho (40 % de farine, 30°C, 24 h d'intervalle, repiquage 3 %).

	pH	Acidité (% pds humide) (exprimé en acide lactique)
Farine fraîchement préparée	6,52	0,17
Fermentée une fois	4,15	0,60
Repiquée trois fois	3,90	0,85

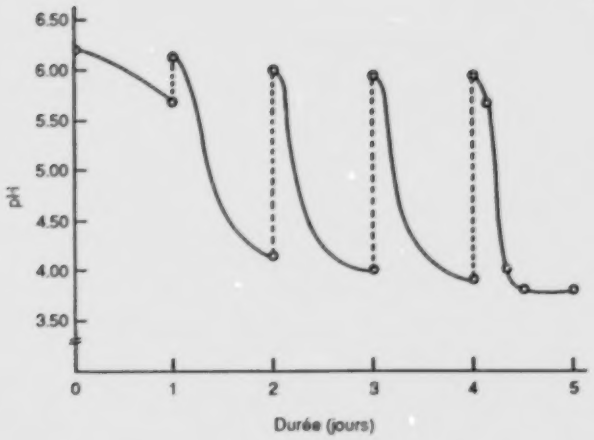

Fig. 2. Fermentation lactique du sorgho (repiquage 3 % ; 30°C).

Tableau 3. Sélection de la microflore pendant la fermentation lactique du sorgho par repiquage à 30°C (40 % de farine dans le mélange) (unités formatrices de colonie ; numération exprimée en log N/g).

Microflore[a]	Farine de sorgho fraîchement préparée	Nombre de cycles de fermentation			
		1	2	3	4
Bactéries aérobies totales (PCA)	4,7	>7,0	>7,0	10,0	9,6
Enterobacteriaceae (VRBG)	3,0	6,5	<1,7	<1,7	<1,7
Levures et champignons (OYEG)	2,7	6,5	7,5	7,7	7,7
Bactéries d'acide lactique (MRS)	4,2	>8,0	9,1	9,7	9,7
Lactobacillus (Rogosa)	3,4	>8,0	9,0	9,5	9,5

[a] PCA, Plate Count Agar (Culture en tube à essai sur milieu gélosé) ; VRBG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet en milieu glucosique) ; OYEG, Oxytetracyclin Yeast Extract Glucose Agar (Extrait de levure productrice d'oxytétracycline cultivé en milieu glucosique) ; MRS, de Man, Rogosa et Sharpe agar.

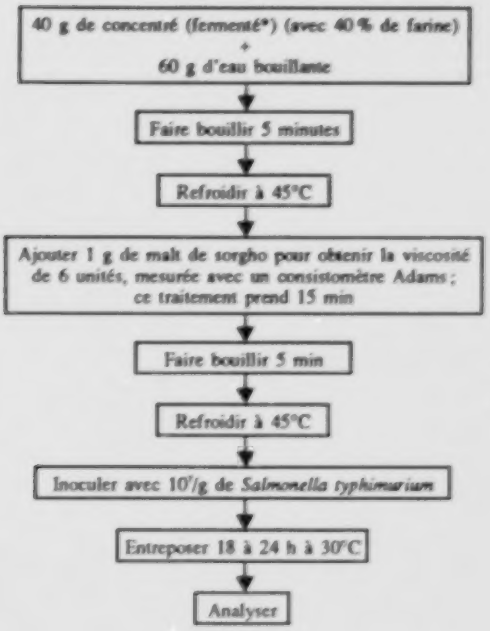

Fig. 3. Méthode expérimentale employée pour faire la bouillie et épreuve de stabilité. * Traitement facultatif.

La stabilité microbiologique de la bouillie à base de sorgho

Pour étudier l'effet de la fermentation lactique sur la conservation microbiologique, de la bouillie à base de sorgho contenant environ 15 % de matière solide a été préparée selon le diagramme de la Figure 3. Pendant ce processus de fabrication, du malt de sorgho a été ajouté pour liquéfier l'épaisse pâte gélatineuse, ce qui a donné la consistance désirée de six unités, mesurée avec un consistomètre Adams. Cette bouillie diluée a ensuite été mise à bouillir de nouveau pour arrêter la liquéfaction enzymatique et faire cuire le malt.

Les numérations microbiologiques pertinentes de la bouillie fraîchement préparée sont présentées au Tableau 4 ; elles indiquent de très faibles quantités de micro-organismes vivants, représentant seulement certaines spores bactériennes survivantes résistantes à la chaleur. Par conséquent, sur le plan de la salubrité, l'alimentation au moyen de bouillies fraîchement cuites est recommandée. Toutefois, en raison de la possibilité d'avarie, garder des restes ne

Tableau 4. Composition microbiologique de la bouillie de sorgho fraîchement cuite et refroidie (numération exprimée en log N/g).

Microflore[a]	Avec de la farine de sorgho fraîchement préparée	À l'aide de concentré de sorgho fermenté par l'acide lactique
Bactéries aérobies totales (PCA)	1,8	moins de 1,7
Enterobacteriaceae (VRBG)	moins de 1,7	moins de 1,7
Levures et moisissures (OYEG)	moins de 1,7	moins de 1,7
Bactéries de l'acide lactique (MRS)	moins de 1,7	moins de 1,7

[a] PCA, Plate Count Agar (Culture en tube à essai sur milieu gélosé); VRBG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet cultivé en milieu glucosique); OYEB, Oxytetracyclin Yeast Extract Glucose Agar (Extrait de levure productrice d'oxytétracycline cultivé en milieu glucosique); MRS, de Man, Rogosa et Sharpe agar.

l'est pas. Nous devons donc tenir compte des situations où les vivres sont précieux, par conséquent, où il est difficile d'éliminer les restes.

Il est donc important de mieux connaître le comportement des micro-organismes dans la bouillie entreposée. Pour tester la stabilité microbiologique des bouillies, nous les avons placées dans les pires conditions possibles — à 30°C pendant 24 heures. Toutefois, bien que ces conditions soient exagérées, elles n'en fournissent pas moins un certain facteur de sécurité et leur utilisation est valable dans les climats tropicaux.

Dans des conditions domestiques, il sera difficile d'éviter la contamination microbienne de la bouillie pendant la consommation d'aliments. Heureusement, la présence d'un ou deux micro-organismes vivants dans la bouillie au moment du repas n'est généralement pas inquiétante. Par contre, lorsque les installations d'entreposage sont insatisfaisantes et que la bouillie a séjourné pendant un certain temps à la température ambiante, les micro-organismes d'abord peu nombreux se développent rapidement, provoquant la contamination de la bouillie ou des risques pour la santé, ou les deux. Pour tester les produits entreposés dans de mauvaises conditions, nous avons simulé une manipulation non hygiénique en introduisant la *Salmonella typhimurium* (lysotypie II 505 ex RIVM (Institut national de la Santé publique, Pays-Bas), isolée des selles de malades et rendue résistante à 200 ppm d'acide nalidixique) dans la bouillie au début de l'entreposage.

Le Tableau 5 montre que le pH élevé (6,35 après la préparation) de la bouillie de sorgho à base de farine de sorgho fraîchement préparée permettait la germination et la croissance de spores résistant à la chaleur des bactéries provoquant l'avarie (voir PCA), même lorsque la bouillie n'était pas inoculée et même lorsqu'elle était conservée dans des conditions aseptiques. Lorsque la *S. typhimurium* était ajoutée après la préparation, elles proliféraient rapidement pendant l'entreposage (voir PCA + NA, VRBG + NA).

Tableau 5. Stabilité microbiologique des bouillies de sorgho (numération au bout de 24 h d'entreposage à 30°C, exprimée en log N3g).

	À l'aide de farine de sorgho fraîchement préparée		À l'aide de concentré de sorgho fermenté par l'acide lactique	
	Pas inoculée	10^7/mL *S. typhimurium* ajouté	Pas inoculée	10^7/mL *S. typhimurium* ajouté
Bactéries totales aérobies				
PCA	6,7		<1,7	
PCA + NA		8,8		<1,7
Enterobacteriaceae				
VRBG	<1,7		<1,7	
VRBG + NA		8,8		<1,7
Bactéries d'acide lactique				
Rogosa	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
pH après ébullition	6,35	6,35	4,25	4,29

Remarque: NA, 100 ppm d'acide nalidixique; PCA, Plate Count Agar (Numération de bactéries cultivées sur milieu gélosé); VRBG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rougle violet cultivé en milieu glucosique).

L'examen de produits de sevrage traditionnels de Gambie, non fermentés et entreposés, a permis de constater des numérations bactériennes élevées comme celles de l'*Escherichia coli* et du *Bacillus cereus* (Rowland et al. 1978). La forte contamination des aliments des enfants du Kenya par les *Enterobacteriacaea* et *Staphylococcus aureus* a également été rapportée (Van Steenbergen et al. 1983). Malheureusement, aucun de ces rapports n'a fourni de données sur le pH des échantillons testés; il est donc impossible d'en analyser l'effet.

Par contraste, le pH de la bouillie à base de sorgho fermenté sous l'action de l'acide lactique était de 4,25 après la préparation. Dans ces conditions, les spores résistant à la chaleur ne peuvent pas germer (une telle quantité de *S. Typhimurium* ajoutée (10^7/g) a été détruite qu'il a été impossible d'en déceler la présence pendant l'entreposage (voir VRBG + NA).

Stabilité après adjonction d'ingrédients supplémentaires

Les mélanges complexes à base de sorgho diffèrent des bouillies à base de sorgho sur le plan de leur composition chimique et de leurs propriétés physiques. Dans la présente étude, il ne sera tenu compte que des produits complexes suivants (présentés au Tableau 1):

- S-PP-H-M: produit à base de sorgho, avec en supplément des pois de pigeon et de l'huile d'arachide, et liquéfié avec du malt de sorgho;

- S-PP-M: produit à base de sorgho, avec en supplément des pois de pigeon et liquéfié avec du malt de sorgho;

- S-A-H: produit à base de sorgho, avec en supplément des arachides et de l'huile d'arachide (pas d'autre liquéfaction exigée);

- S-A-M: produit à base de sorgho, avec en supplément des arachides et liquéfié avec du malt de sorgho.

Afin d'étudier les effets des pois de pigeon et des arachides, nous avons utilisé des mélanges à base de concentré de sorgho fermenté et des mélanges équivalents à base de farine de sorgho fraîchement préparée. La farine de pois de pigeon, la farine d'arachide ou l'huile d'arachide ont été ajoutées juste avant que la bouillie soit cuite. Au besoin, le produit était liquéfié au moyen d'une quantité prédéterminée de malt de sorgho. Enfin, le produit était chauffé de nouveau afin d'obtenir une bouillie bien cuite, comme l'indique la Figure 3.

Il faut s'attendre à ce que l'introduction d'ingrédients non fermentés fasse augmenter le pH de la bouillie résultante, notamment lorsqu'un concentré de sorgho fermenté est utilisé comme base. L'importance de cette augmentation du pH dépend de la quantité des ingrédients ajoutés et de leur pouvoir tampon. Dans nos mélanges contenant des arachides, le pH final était supérieur à celui des mélanges contenant des pois de pigeon; cela est dû au fait que les recettes utilisaient de plus grandes quantités d'arachides que de pois de pigeon.

Les données microbiologiques (Tableau 6) montrent que tous les produits à base de farine de sorgho fraîchement préparée stimulaient la croissance des spores bactériennes résistantes à la chaleur et du *S. typhimurium* ajouté. Toutefois, lorsque du sorgho fermenté par l'acide lactique était utilisé comme ingrédient de base, les spores bactériennes ne pouvaient se développer pendant l'entreposage, et les *S. typhimurium* ajoutés étaient, dans une certaine mesure, détruits. Sur ce plan, le mélange 2 était plus efficace pour lutter contre les *S. typhimurium* ajoutés. En raison de leurs valeurs pH initiales relativement élevées, les mélanges 3 et 4, contenant du sorgho fermenté à l'acide lactique, n'étaient pas efficaces pour lutter contre les *S. typhimurium*.

Ces expériences permettent de dégager une conclusion importante. Nous voyons qu'il est possible de maintenir la stabilité microbiologique de la bouillie de sorgho fermenté à l'acide lactique, même lorsque cette bouillie a reçu en supplément certains ingrédients frais à forte teneur protéique. Le choix des ingrédients supplémentaires est important; leur adjonction ne doit pas donner des valeurs pH finales (4,5) qui permettent la germination ou la croissance de micro-organismes indésirables.

Tableau 6. Stabilité microbiologique des mélanges complexes à base de sorgho additionnés d'ingrédients supplémentaires pendant la préparation de la bouillie (numération au bout de 24 h d'entreposage à 30°C, exprimée en log N3g).

		Pas inoculé		Inoculé *S. typhimurium*	
	pH après ébulliton	Bactéries totales	*Entero-bactériaceae*	10^7/g après 24 h	10^3/g après 72 h
Avec farine de sorgho fraîche[a]					
S-PP-H-M	6,50	8,0	<1,7	9,2	9,4
S-PP-M	6,35	8,3	<1,7	8,9	8,9
S-A-H	6,65	8,4	<1,7	9,2	8,9
S-A-M	6,52	8,9	<1,7	9,0	8,8
Concentré[a] de sorgho fermenté à l'acide lactique					
S-PP-H-M	4,70	<1,7	<1,7	6,0	<1,7
S-PP-M	4,45	1,9	<1,7	3,2	<1,7
S-A-H	5,45	7,5	<1,7	8,9	6,9
S-A-M	5,12	1,8	<1,7	7,6	9,0

[a] S, sorgho; PP, pois de pigeon; A, arachide; H, huile d'arachide; M, malt de sorgho.

La fermentation des mélanges complexes à base de sorgho

L'emballage et la distribution de mélanges prêts à utiliser comme celui de farine de sorgho et de farine de pois de pigeon ou de sorgho et d'arachide pourraient grandement encourager l'utilisation de produits de sevrage améliorés. De tels mélanges complexes pourraient être ensuite fermentés au foyer. Comme on l'a démontré, il est assez facile d'obtenir une fermentation lactique stable de farine de sorgho dans des conditions ménagères simples.

Nous avons enquêté sur l'usage de ces mélanges de sevrage. En suivant la simple méthode décrite plus tôt (Figure 1), nous avons obtenu les résultats présentés au Tableau 7; ces résultats indiquent qu'il est possible d'obtenir facilement une forte fermentation lactique dans des mélanges complexes. À une température de 30°C, les valeurs pH de 3,65 (S-PP) et 3,75 (S-A) sont atteintes au bout de 12 heures, avec le système stabilisé dont une portion de 10% était prélevée chaque jour pour le repiquage. Dans les farines complexes en fermentation, le développement de la microflore suivait la même tendance que celle qui a été montrée précédemment dans le Tableau 3 dans le cas de la farine de sorgho en fermentation. Les farines complexes fermentées ont aussi été utilisées dans les bouillies. La viscosité requise pour les bouillies a été obtenue en ajoutant des quantités prédéterminées de malt de sorgho.

Tableau 7. Fermentation lactique de farines complexes à base de sorgho par la méthode de repiquage à 30°C ; 10 % d'inoculum ; intervalles de 24 h (numérations exprimées en log N/g).

Jours de repiquage	pH final	Bactéries totales (PCA)	*Entero-bacteriaceae* (VRBG)	Levures (OYFG)	*Lactobacillus* (Rogosa)
		S (85,8 %) – PP (14,2 %)			
0 (fraîche)	6,20	4,5	3,6	2,7	3,7
1	4,25	9,6	4,1	5,8	9,4
2	3,70	9,6	<1,7	7,1	9,5
3	3,70	9,8	<1,7	7,7	9,8
4	3,65	9,8	<1,7	7,2	9,7
5	3,65	10,0	<1,7	7,3	9,7
		S (56,5 %) – A (43,5 %)			
0 (fraîche)	6,40	4,5	3,8	2,3	4,3
1	4,29	9,6	3,9	5,4	9,1
2	3,81	9,6	<1,7	7,3	9,3
3	3,75	10,0	<1,7	8,2	9,9
4	3,75	9,7	<1,7	7,9	9,8
5	3,75	10,0	<1,7	8,0	9,9

Remarque : PCA, Plate Count Agar (Numération de bactéries sur milieu gélosé) ; VCRG, Violet Red Bile Glucose Agar (Bacille rouge violet en milieu glucosique) ; OYEG, Oxytetracyclin Yeast Extract Glucose Agar (Extrait de levure productrice d'oxytétracycline cultivé en milieu glucosique) ; S, sorgho ; PP, pois de pigeon ; A, arachide.

Tableau 8. Stabilité microbiologique des mélanges complexes à base de sorgho de farines prêtes à l'emploi (numérations au bout de 24 h d'entreposage à 30°C, exprimées en log N/g).

		Non inoculé		Inoculé
	pH après ébullition	Bactéries totales	*Entero-bacteriaceae*	10^3/g *S.typhimurium*
À l'aide de farine complexe fraîche[a]				
S-PP-M	6,32	8,4	<1,7	9,3
S-A-M	6,50	8,7	<1,7	9,5
À l'aide de farine[a] complexe fermentée-acide lactique				
S-PP-M	3,75	3,6	<1,7	<1,7
S-A-M	3,85	3,8	<1,7	<1,7

[a] S, sorgho ; PP, pois de pigeon ; M, malt de sorgho ; A, arachide.

Le Tableau 8 montre qu'avec les deux types de farine complexe (S-PP et S-A), la fermentation lactique résulte en bouillies (S-PP-M et S-A-M, respectivement) qui provoquent la rapide destruction de la *Salmonella* ajoutée. Par conséquent, nous avons les résultats des deux procédés: selon l'un d'eux, les farines complexes prêtes à utiliser subissent une fermentation lactique avant la préparation de la bouillie; selon l'autre, la base de sorgho fermenté à l'acide lactique reçoit un supplément d'ingrédients frais pendant la préparation de la bouillie. Les données indiquent que sur le plan microbiologique, on obtient de meilleurs résultats (des produits bien plus salubres) avec le premier de ces procédés.

Discussion

Nous avons effectué nos expériences en utilisant du sorgho blanc, des pois de pigeon et des arachides. Il s'agit d'aliments disponibles dans de nombreuses collectivités africaines; nous pensons néanmoins que nous devons élargir notre champ de données en étudiant d'autres suppléments possibles et d'autres produits de base. Si l'application des données actuelles est limitée, nous pensons qu'elles ouvrent des perspectives intéressantes pour la production, autant au niveau ménager qu'à grande échelle, de bouillies microbiologiquement salubres, de grande qualité nutritionnelle.

L'effet positif de la fermentation lactique sur la valeur nutritionnelle des produits céréaliers a été mentionné ailleurs. Malheureusement, ces données se rapportent à des produits autres que les produits de sevrage. Il y a donc lieu d'adopter une approche de recherche plus intégrée.

- Il est nécessaire de procéder à des analyses chimiques complètes, sur les micro et les macro-nutriments, ainsi que sur les possibles conversions enzymatiques des éléments antinutritifs comme l'acide phytique ou les tanins, et l'élimination de la contamination (par exemple, aux aflatoxines).

- Il faudrait pratiquer des tests d'acceptabilité et déployer des efforts relativement à la mise au point du produit. La priorité devrait être évidemment accordée aux aspects opérationnels au niveau ménager. Toutefois, ces produits pourraient être également soumis à des essais de marché d'envergure, à l'aide de groupes témoins recevant des produits non fermentés de même composition. La surveillance de l'apport alimentaire, du gain de poids et de l'état nutritionnel, pendant les mois d'étude des groupes témoins et groupes d'expérience, devrait permettre une amélioration scientifique de la nutrition infantile.

- Il faudrait enquêter sur les effets thérapeutiques ou prophylactiques d'une consommation régulière de bouillies fermentées à l'acide lactique.

Dans le domaine de l'élevage des animaux, il a été rapporté que chez les cochons et les canards, la colonisation des intestins par la *Salmonella* sp. pathogène peut être réduite en utilisant des aliments fermentés à l'acide lacti-

que (Fuller 1986). On ne sait toutefois pas grand-chose sur la bactériologie de ces effets. De même, les aliments fermentés à l'acide lactique ont été associés à des effets bénéfiques chez les êtres humains, comme la guérison de la diarrhée, l'amélioration du métabolisme du lactose, ainsi qu'à des actions anticholestérolémiques et même anticancérigènes (Fernandes 1987). L'absence de solides données d'expérimentation rend toutefois impossible de prédire si l'on peut espérer obtenir ces avantages de la consommation régulière de bouillies de céréales fermentées à l'acide lactique. À notre avis, l'une des priorités de la recherche serait d'étudier l'effet des bouillies fermentées à l'acide lactique sur les éléments indispensables ainsi que les éléments indésirables de la microflore intestinale des êtres humains, sur le gain de poids et sur l'activité de certaines enzymes métaboliques importantes.

Conclusions et recommandations

- La fermentation lactique contrôlée des ingrédients composant les bouillies a permis d'obtenir une protection très efficace contre la contamination due au développement des *S. typhimurium* et contre la germination et la croissance des spores bactériennes résistant à la chaleur.

- Une enquête devrait être menée sur l'effet de cette fermentation sur d'autres genres d'*Enterobacteriaceae* ainsi que sur certaines bactéries toxicogènes plus tolérantes à l'acide, comme les *Staphylococcus aureus*.

- Une recherche devrait aussi être entreprise sur l'influence de la fermentation à l'acide lactique sur la valeur nutritive des bouillies ainsi que sur l'effet de ces bouillies sur la composition de la microflore intestinale.

- Des demandes devraient être présentées aux agences subventionnaires appropriées afin de permettre l'exécution de programmes de recherche fondamentale et pragmatique. Sous ce rapport, les réseaux scientifiques peuvent être précieux : ils peuvent aider à promouvoir les échanges de découvertes, à établir des projets de coopération, à faciliter les échanges de personnel et à coordonner les essais sur le terrain.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier le Dr W. Klaver de l'International Courses in Food Science and Nutrition, Wageningen, de sa contribution à la création des mélanges complexes testés.

Bibliographie

Alnwick, D. 1986. Sour sorghum porridges — are they good weaning foods? UNICEF Eastern and Southern Africa Regional Office, Nairobi, Kenya.

Banigo, E.O.I., Muller, H.G. 1972. Carboxylic acid patterns in ogi fermentation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 23, 101-111.

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Chen, L.C. 1983. Interactions of diarrhoea and malnutrition. Mechanisms and interactions. In Chen, L.C., Scrimshaw, N.S., ed., Diarrhoea and malnutrition. Plenum Publishing Corp., New York, NY, É-U.

Dada, L.O., Muller, H.G. 1983. The fate of aflatoxin B1 in the production of ogi, a Nigerian fermented sorghum porridge. Journal of Cereal Science, 1, 63-70.

Dearden, C., Harman, P., Morley, D. 1980. Eating more fats and oils as a step towards overcoming malnutrition. Tropical Doctor, 10, 137-142.

El Tinay, A.H. 1978. Biochemistry investigation on sorghum kisra fermentation. Mémoire présenté à l'atelier « Sorghum and Millet: Food Production and Use », tenu à Nairobi, Kenya, du 4 au 7 juillet 1978. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada.

Evans, J.R. 1986. International health: a rationale. ASM News, 52, 460-464.

FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'agriculture et l'alimentation). 1986. Food composition tables for Africa. FAO, Rome, Italie. p. 250.

_____ 1970. Amino acid contents of foods and biological data on proteins. FAO, Rome, Italie. p. 80.

FAO/OMS/UNU (Organisation des Nations-Unies pour l'agriculture et l'alimentation/ Organisation mondiale de la santé/Université des Nations-Unies). 1985. Energy and protein requirements. Rapports techniques de l'OMS, 724, 30.

Fernandes, C.F., Shahani, K.M., Amer, M.A. 1987. Therapeutic role of dietary lactobacilli and lactobacillic fermented dairy products. FEMS Microbiological Review, 46, 343-356.

Fuller, R. 1986. Probiotics. Journal of Applied Bacteriology. Symposium Supplement, 15, 1S-7S.

Klaver, W. 1985. Some considerations on the formulation of weaning mixtures. In Eeckels, R.E., Ransome-Kuti, O., Kroonenberg, C.C., ed., Child health in the tropics. Martinus Nijhoff, Boston, MA, É-U. p. 19-27.

Mbugua, S.K. 1987. The nutritional and fermentation characteristics of uji produced from dry milled maize flour (unga baridi) and whole wet milled maize. Chemical Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel, 10, 154-161.

Muller, H.G. 1981. Fermented cereal products of tropical Africa. In Moo-Young, M., Robinson, C.W., ed., Advances in biotechnology. Volume II. Fuels, chemicals, foods and waste treatment. Pergamon Press Ltd, Oxford, RU. p. 541-546.

NRC (National Research Council). 1985. Subcommittee on nutrition and diarrhoeal diseases control. Nutritional management of acute diarrhoea in infants and children. National Academy Press, Washington, DC, É-U.

Nicol, B.M. 1971. Protein and calorie concentration. Nutrition Reviews, 29, 83-88.

Nout, M.J.R., de Dreu, M.A., Zuurbier, A.M., Bonants-van Laarhoven, T.M.G. 1987. Ecology of controlled soyabean acidification for tempe manufacture. Food Microbiology, 4. 165-172.

Platt, B.S. 1962. Tables of representative values of food commonly used in tropical countries. Medical Research Council, London, RU. Special Report Series, 302, 60.

Rowland, M.G.M., Barrell, R.A.E., Whitehead, R.G. 1978. Bacterial contamination in traditional Gambian weaning foods. Lancet, 1978, 136-138.

Stephenson, L.S., Crompton, D.W.T., Latham, M.C., Schulpen, T.W.J., Nesheim, M.C., Jansen, A.A.J. 1980. Relationships between Ascaris infection and growth of malnourished pre-school children in Kenya. American Journal of Clinical Nutrition, 33, 1165-1172.

Szczesniak, A.S. 1972. Instrumental methods of texture measurement. Food Technology, 26(1), 50-56, 63.

Tomkins, A. 1986. Nutrition-related technologies. In Primary health care technologies at the family and community levels. Fonds des Nations-Unies pour l'enfance, New York, NY, É-U.

UNICEF (Fonds des Nations-Unies pour l'enfance). 1986. State of the world's children 1987. UNICEF, New York, NY, É-U.

van Steenbergen, W.M., Mossel, D.A.A., Kusin, J.A., Jansen, A.A.J. 1983. Machakos Project Studies. Agents affecting health of mother and child in a rural area of Kenya. XXIII. Bacterial contamination of foods commonly eaten by young children in Machakos, Kenya. Tropical and Geographical Medicine, 35, 193-197.

Waterlow, J. 1981. Observations on the suckling's dilemma - a personal view. Journal of Human Nutrition, 35, 85-98.

Waterlow, J., Payne, P.R. 1985. The protein gap. Nature (London), 258, 113-117.

Les propriétés bactériologiques des bouillies sures traditionnelles du Lesotho

A.L. Sakoane et A. Walsh

Microbiology Department, Queen Elizabeth II Hospital
BP 122, Maseru, Lesotho

Résumé *Les propriétés bactériologiques de la bouillie de sorgho fermenté, ou « motoho », ont été étudiées au département de microbiologie du Queen Elizabeth II Hospital de Maseru au Lesotho. Le « motoho » a été préparé avec un ferment obtenu à Maseru. La bouillie a été inoculée avec les agents pathogènes (Shigella boydii, S. typhi, Escherichia coli 0126 entéropathogène et Salmonella sp. non entérique) avant, pendant et après la fermentation. La bouillie de sorgho non fermenté (« leshele-shele ») a été traitée de manière identique, en tant que bouillie de contrôle. Les résultats ont démontré que le « motoho » avait une acidité, produite pendant la fermentation, capable d'éliminer les agents pathogènes en trois heures. Des ferments ont également été recueillis dans quatre régions du Lesotho, et les lots de « motoho » ont été inoculés avec les agents pathogènes. Ces agents pathogènes ont également été éliminés dans l'intervalle de trois heures. Non seulement le « motoho » empêche-t-il le développement des agents pathogènes, mais il est peu coûteux et disponible au niveau local.*

Le sorgho est une importante culture vivrière de nombreux pays d'Afrique, y compris le Lesotho. Traditionnellement, il est utilisé pour préparer des bouillies plus ou moins épaisses ainsi qu'une grande gamme de boissons fermentées, dont la bière locale. Dans la présente étude, l'accent est placé sur une bouillie fermentée claire, appelée « motoho » et sur une bouillie non fermentée appelée « leshele-shele ». Toutes deux sont populaires à titre de bouillies de sevrage et comme aliments des jeunes enfants.

Le « motoho » peut être consommé à n'importe quel moment de la journée, par les enfants et par les adultes, et il est préparé à la maison. Dès son entrée dans la maison, on offre à boire du « motoho » au visiteur; c'est l'équivalent du thé et du café des familles européennes. Étant donné qu'il peut se conserver plus longtemps et qu'il peut être préparé en grandes quantités pour usage ultérieur, il est préféré au « leshele-shele ». Le « motoho » peut être transporté aux champs sans perdre sa texture ou sa saveur, et il est de ce fait populaire auprès des travailleurs agricoles. En revanche, le « leshele-shele » pert sa consistance et devient vite insipide.

Le « leshele-shele » est consommé surtout par la population urbaine du

Lesotho. Il est servi au petit déjeuner et parfois pendant toute la journée. Il est rapide et facile à préparer. Le « motoho » est rarement préparé dans les régions urbaines; il est considéré démodé par ce secteur de la population. Le « leshele-shele » est également populaire auprès des populations rurales, toutefois, surtout auprès des mères qui viennent juste d'accoucher; on le juge extrêmement nourrissant — un facteur important pour une mère allaitante.

La préparation

On prépare le « motoho » en mélangeant une fine farine (farine de sorgho ou de maïs) avec de l'eau tiède. Une culture bactérienne, ou ferment, est ajouté à la préparation. Ce ferment est généralement obtenu à partir d'une préparation précédente. Le mélange est enveloppé dans une couverture et laissé fermenter de 11 à 13 heures (généralement pendant la nuit). Le matin suivant, un mélange filtré de la bouillie est cuit dans de l'eau en ébullition pendant 20 à 30 minutes. Une autre méthode, dans les villages où les pierres de broyage sont toujours utilisées, consiste à broyer la céréale très grossièrement avant d'y ajouter le ferment, et après l'incubation nocturne, à la remoudre très finement et la cuire tel que décrit. Le « leshele-shele » est préparé en mélangeant une portion de farine de maïs ou de sorgho finement moulu (soit préparé dans le commerce, soit localement) avec de l'eau, et l'on fait bouillir pendant 15 minutes pour obtenir une bouillie fluide.

Les objectifs

L'objectif de ce projet était d'évaluer la capacité des bouillies sures d'arrêter ou de retarder le développement des micro-organismes pathogènes qui provoquent la diarrhée. Les organismes étudiés étaient la *Salmonella typhi*, la *Salmonella* sp. (non entérique), l'*Escherichia coli* 0126 entéropathogène et la *Shigella boydii*. La bouillie non fermentée (« leshele-shele ») était incluse à titre de comparaison et le bouillon nutritif utilisé à titre de contrôle. L'étude a également cherché à découvrir à quelle étape du processus de fermentation avait lieu la destruction véritable des agents pathogènes. Les ferments de différentes régions du Lesotho ont été soumis à des essais pour vérifier leur capacité d'inhiber le développement des bactéries.

La méthodologie

Les enquêtes suivantes ont été réalisées:

- Le « motoho » et le « leshele-shele » cuits ont été incolués de dilutions semblables des micro-organismes déjà cités dans des solutions soeurs. Ils ont été incubés pendant la nuit à 37°C, puis sous-cultivés sur des plaques MacConkey et examinés au bout de 24 heures pour vérifier le développement des organismes.

- Le « motoho » et le « leshele-shele » non cuits ont été inoculés de solutions de micro-organismes et incubés à 37°C. Les sous-cultures sur les plaques MacConkey ont été faites au bout d'une, trois, six et neuf heures. Ces plaques ont été incubées pendant la nuit et examinées pour vérifier le développement des micro-organismes.

- Le « motoho » et le « leshele-shele » non cuits ont été préparés et incubés à 37°C. Au bout d'une, de trois et de six heures de fermentation, les bouillies ont été inoculées de dilutions de micro-organismes. Elles ont été sous-cultivées au bout d'une heure et au bout de trois heures et incubées à 37°C pendant la nuit et examinées le lendemain matin pour vérifier le développement des micro-organismes.

- Le « motoho » a été préparé en laboratoire à l'aide de quatre ferments différents provenant de diverses régions du Lesotho. Ces échantillons ont été inoculés de dilutions de micro-organismes et incubés à 37°C. Le « motoho » a été sous-cultivé au bout de 3 heures et au bout de 24 heures sur des plaques MacConkey. Ces plaques ont été incubées pendant la nuit et examinées pour vérifier la croissance des micro-organismes. Le « leshele-shele » a également été préparé et inoculé de manière semblable; la croissance bactérienne du « leshele-shele » a été utilisée à titre de contrôle. Les résultats sont rapportés dans la numération des colonies obtenues en effectuant des dilutions de 10^{-1} à 10^{-4}.

Discussion

La préparation et la consommation de bouillie de sorgho fermenté (« motoho ») font partie des traditions du Lesotho. Dans le présent projet, nous avons enquêté sur la capacité du « motoho » d'inhiber la croissance de certains agents pathogènes diarrhéiques. Il n'existe pas de consensus sur les méthodes permettant de faire l'étude bactériologique des aliments; nous avons donc choisi une méthode générale pour faire l'estimation de la teneur microbienne, c.-à-d., une « numération fiable ».

Nous avons commencé nos études en inoculant le « motoho » et le « leshele-shele » préparés à la maison avec des agents pathogènes. D'après les résultats indiqués au Tableau 1, le « motoho » passé à l'autoclave et le « motoho » non passé à l'autoclave ont efficacement inhibé la croissance de toutes les bactéries pathogènes testées. Quelques colonies de *Salmonella* à faible dilution ont toutefois réussi à se développer dans le « motoho » autoclavé. Le « leshele-shele » n'a pas eu d'effet inhibiteur sur les agents pathogènes; autrement dit, il semble dépourvu de propriétés antibactériennes. Dans toutes les dilutions, la croissance était si importante qu'il a été impossible de compter les colonies. Le bouillon d'éléments nutritifs a été utilisé à titre de contrôle et il a lui aussi produit une croissance importante. Le procédé d'autoclave n'a pas semblé influer sur les résultats concernant le « motoho » ou le « leshele-shele ». Ainsi, nous voyons que le « motoho » a la capacité de détruire les agents

pathogènes inoculés une fois le processus de fermentation terminé et la bouillie cuite.

Nous avons ensuite cherché à découvrir à quelle étape du processus de fermentation l'inhibition de la croissance se produit. D'après le Tableau 1, nous voyons que le nombre de colonies dans le « leshele-shele » était comparable au nombre de colonies dans le « motoho » au bout d'une heure de sous-culture. Une comparaison avec la sous-culture de trois heures montre que tandis que les agents pathogènes du « leshele-shele » continuaient de se multiplier, le nombre d'agents pathogènes du « motoho » demeurait inchangé ou diminuait. Dans les sous-cultures de six et de neuf heures, les agents pathogènes du « leshele-shele » continuaient de se multiplier; par contre, ceux du « motoho » étaient complètement éliminés, à l'exception de quelques colonies d' *E. coli* entéropathogènes qui croissaient dans la sous-culture de six heures. Le pH du « leshele-shele » est passé de 7,1 à 7. Le pH du « motoho » a toutefois diminué de 7 à 6,4; cela indique qu'un acide a été produit. La durée d'exposition fournie par une heure de fermentation n'était toutefois pas suffisante pour inhiber la croissance des agents pathogènes.

Les résultats présentés dans le Tableau 2 ont été obtenus lorsque les agents pathogènes étaient ajoutés au « motoho » à des intervalles d'une, de trois et de six heures après le début du processus de fermentation. D'après ces résultats, on peut observer qu'aucun agent pathogène n'a pu survivre dans le « motoho » trois heures après que la fermentation a eu lieu. La tolérance du pH des microorganismes testés était de 7,2 à 7,6; il est donc possible que les degrés de pH du « motoho » soient responsables de la destruction de ces agents pathogènes.

Tableau 1. Nombre de colonies comptées lorsque du « motoho » et du « leshele-shele » non cuits ont été inoculés d'organismes et sous-cultivés au bout d'une, de trois, de six et de neuf heures.

	1 heure (milliers)	3 heures (milliers)	6 heures (milliers)	9 heures (milliers)
« Motoho »[a]				
Shigella boydii	24,5	28,0	0	0
Salmonella typhi	38,0	40,0	0	0
E. coli	2,6	1,8	0,04	0
Salmonella sp.	57,0	0,85	0	0
« Lshele-shele »[b]				
Shigella boydii	26,0	60,0	200,0	220,0
Salmonella typhi	37,0	110,0	250,0	300,0
E. coli	2,8	26,0	600,0	1 000,0
Salmonella sp.	9,5	120,0	2 000,0	3 000,0

[a] Le pH mesuré pendant la fermentation était de 6,6, 6,5, 6,4 et 6,4 à 1, 3, 6 et 9 heures, respectivement.

[b] Le pH mesuré pendant la fermentation était de 7,1, 7, 7 et 7 à 1, 3, 6 et 9 heures, respectivement.

Tableau 2. Nombre de colonies comptées lorsque du « moho »et du « leshele-shele » non cuits ont été inoculés de dilutions d'organismes semblables à des intervalles d'une, de trois et de six heures et sous-cultivés au bout d'une et de trois heures.

	1 h inoculation		3 h inoculation		6 h inoculation	
	1 h SC[a] (milliers)	3 h SC (milliers)	1 h SC (milliers)	3 h SC (milliers)	1 h SC (milliers)	3 h SC (milliers)
« Motoho »						
Shigella	1,5	0	0	0	0	0
Salmonella typhi	2,5	0	7,5	0	0	0
E. coli	30,0	0	2,0	0	0	0
Salmonella sp.	50,0	0	0	0	0	0
« Leshele-shele »						
Shigella	1,4	160,0	3,2	300,0	3,0	400,0
Salmonella typhi	3,3	30,0	7,0	200,0	5,0	200,0
E. coli	140,0		–[b]	–[b]	–[b]	–[b]
Salmonella sp.	200,0	3 000,0	320,0	8 000	340,0	20 000,0

[a] SC = Sous-culture.
[b] Aucun chiffre n'est disponible en raison de la contamination.

Tableau 3. Nombre de colonies comptées lorsque le « motoho » a été préparé à partir de quatre ferments différents, cuit, et inoculé de dilutions de micro-organismes.

	« Motoho »				
	S[a] (milliers)	Q (milliers)	M (milliers)	C (milliers)	« Leshele-shele »[b] (milliers)
Sous-culture après 3 h					
Shigella boydii	0	0	0	0	2,0
Salmonella typhi	0	0	0	0	0
E. coli	2 000,0	25,0	65,0	26,0	3 000,0
Salmonella sp.	0	0	0	0	0
Sous-culture après 24 h					
Shigella boydii	0	0	0	0	Confluent
Salmonella typhi	0	0	0	0	"
E. coli	0	0	0	0	"
Salmonella sp.	0	0	0	0	"

[a] S, Semonkong ; Q, Quthing ; M, Maseru ; C, Caledon.
[b] « Leshele-shele » utilisé comme produit témoin et traité de la même manière.

Le Tableau 3 montre que les ferments provenant de différentes régions du Lesotho ont également réussi à éliminer tous les agents pathogènes dans l'intervalle de trois heures. Les agents pathogènes du « leshele-shele » ont montré une croissance similaire au bout de 24 heures, alors qu'aucun agent pathogène n'a survécu dans le « motoho ».

En inoculant la dose appropriée de pathogènes diarrhéiques aux bouillies, nous avions espéré obtenir 400 organismes de *Shigella boydii* et de *S. typhi* et un million d'organismes de *Salmonella* sp. et *E. coli* 0126 au bout de trois heures d'incubation. Toutefois, après avoir essayé diverses dilutions, nous avons constaté qu'il était impossible d'obtenir ce résultat. Il serait intéressant de savoir si l'inoculation avec la dose appropriée, par opposition à une dose plus forte (comme dans notre contexte), aurait donné des résultats différents.

Conclusion

Les Tableaux 1 à 3 montrent que la bouillie de sorgho fermenté (« motoho ») devient acide et que les *Shigella boydii*, *S. typhi*, *E. coli* 0126 entéropathogènes et *Salmonella* sp. (agents pathogènes bactériens qui provoquent probablement la diarrhée) ne peuvent pas survivre dans un tel milieu.

Le sorgho est disponible au Lesotho au niveau local et il pousse autant sur les basses que sur les hautes terres. En raison du travail exigé pour en faire la culture, le sorgho n'est pas autant cultivé aujourd'hui qu'il y a dix ans. Le sorgho moulu est en vente dans les magasins locaux et il est peu coûteux. La méthode employée pour faire fermenter le sorgho n'est pas compliquée et elle fournit une bouillie de saveur plus agréable.

Pour conclure, les essais effectués dans cette étude ont indiqué que le « motoho » est capable d'inhiber la croissance de certains micro-organismes et que cette capacité découle de la création, pendant le processus de fermentation, d'un faible pH. Selon Tomkins et al. (1979), les bouillies se contaminent lors des premières étapes de la préparation avec l'adjonction d'eau contaminée ou lorsque des microbes sont transférés des mains des personnes qui manipulent les aliments. Les températures élevées des saisons chaudes pourraient également contribuer à hausser le degré de contamination qui se produit entre le moment de la préparation et celui de la consommation. Étant donné que le « motoho » est capable de détruire certains micro-organismes qui provoquent la diarrhée, il semble raisonnable de recommander cette bouillie comme aliment de sevrage pour les jeunes enfants, plutôt que la bouillie non fermentée.

Résumé des discussions

Discussion générale

Il a été souligné lors de la discussion qui a suivi l'exposé du Dr Simango, que la bouillie décrite était une bouillie « fraîche » et non acidifiée de quelque façon que ce soit. Dans ces études, la présence d'*E. coli* a servi d'indicateur de la contamination fécale; il a été souligné que d'autres organismes, comme le *Streptococcus faecalis*, devraient faire l'objet d'études. Le Dr Brown a déclaré que bien qu'il soit souhaitable d'examiner la croissance d'organismes précis connus pour provoquer la diarrhée, c'était extrêmement difficile de le faire en pratique. Le pourcentage de certains de ces agents pathogènes est très faible; il est difficile d'obtenir des échantillons d'aliments suffisamment importants pour montrer la présence ou la concentration de ces agents pathogènes. Par conséquent, la présence d'*E. coli* demeure un indicateur précieux. Il a été signalé que les propriétés microbiologiques de la bouillie pourraient être modifiées par la cuisson; toutefois, le « mahewu », tel que décrit dans ce document, n'était pas chauffé avant d'être consommé. Un éclaircissement a été fourni sur la détection de l'*E. coli*. Certains types d'*E. coli* que l'on trouve dans les plantes ne sont pas nocifs. La présence d'*E. coli* d'origine fécale est importante et afin de déceler ces organismes, il est nécessaire d'utiliser des techniques de culture spéciales.

En ce qui concerne l'exposé de A. Pertet, le Dr Nout a déclaré qu'il n'était pas surpris du degré élevé de contamination bactérienne constaté dans les bouillies; nombre d'entre elles ont été cuites à de très basses températures — des températures qui favorisent l'incubation plutôt que la cuisson. Une cuisson efficace exige une température minimale de 80°C.

Des questions ont été posées concernant les taux élevés et inattendus du pH dont le Dr Sakoane a fait rapport au sujet du « motoho ». Le Dr Sakoane a reconnu qu'ils étaient inhabituellement élevés, mais que le problème était peut-être dû à la mesure utilisée. La bouillie avait une saveur aigrelette et ses taux de pH étaient probablement inférieurs à ceux qui étaient rapportés dans l'exposé. Elle a déclaré qu'ils seraient de nouveau vérifiés avec un appareil différent. L'origine des souches de bactéries pathogènes utilisées dans l'étude a également été contestée. L'importance de cette question réside dans le fait que certaines bactéries pathogènes ont pu développer une résistance à des produits antibactériens locaux présents dans la fermentation. Le Dr Sakoane a répliqué que les agents pathogènes utilisés dans ses expériences étaient importants sur le plan local.

La question de savoir si le même effet antibactérien serait constaté si le

pH de la bouillie était réduit en ajoutant du jus de tamarin ou de limette a été soulevée. Le Dr Sakoane a répondu que cela n'avait pas été exploré. Même si cette pratique n'est pas courante au Lesotho, certaines mères ajoutent de la poudre d'acide tartrique à la bouillie. Le « motoho » est souvent servi avec un peu de sucre; le sel n'est pas employé.

Le Dr M.N. Nyathi a attiré l'attention des participants à la conférence sur la possibilité d'une intoxication alimentaire provoquée par le « mahewu ». On s'imagine généralement que les céréales fermentées contiennent moins de contaminants microbiens que les céréales non fermentées. À l'hôpital Mpilo Central de Bulawayo au Zimbabwe, des cas de familles entières souffrant d'intoxication alimentaire pouvant avoir été provoquée par le « mahewu » ou de la farine de maïs fermenté ont été signalés. Le « mahewu » est traditionnellement préparé avec des restes de farine de maïs cuite à laquelle sont ajoutées de l'eau et une substance de fermentation; ce mélange est laissé reposer pendant la nuit et il est servi comme boisson. Une enquête a été menée à la clinique prénatale de l'hôpital de Mpilo auprès de 25 mères ayant au moins quatre enfants chacune. Cette enquête a montré que le premier âge auquel les enfants reçoivent du « mahewu » est aux environs de deux ans.

Le Dr Nyathi a rapporté le cas d'une intoxication alimentaire probablement induite par le « mahewu ». Huit enfants, tous de la même famille, ont été admis à l'hôpital. L'intoxication alimentaire a été diagnostiquée chez cinq d'entre eux. Tous les cinq avaient bu du « mahewu ». Les trois autres enfants n'avaient aucun symptôme; la seule nourriture qu'ils n'avaient pas partagée avec la famille ce jour-là était le « mahewu ». Étant donné que les symptômes sont apparus peu de temps après l'ingestion du « mahewu », les parents et les voisins étaient convaincus que ce produit était le responsable de la maladie. Les deux plus jeunes, âgés de trois et quatre ans, étaient les plus touchés et ils souffraient d'une déshydratation légère à modérée après plusieurs crises de diarrhée et de vomissements. Ces enfants ont été traités avec une solution orale de réhydratation et ils ont pu sortir de l'hôpital le jour suivant.

Il a été souligné que cette intoxication alimentaire pouvait avoir plusieurs causes, y compris la contamination chimique par les pesticides ou les récipients. Le Dr Nyathi a répondu que malgré ses recherches, elle n'avait pas pu définir avec certitude la cause de l'intoxication.

Le groupe a suggéré que le mode de préparation du « mahewu » à partir de restes de bouillie pouvait être dangereux en soi; en plus d'une contamination possible par les mains ou autrement, la bouillie aurait initialement un pH neutre, et les agents pathogènes pourraient proliférer avant que l'acidité ait la chance de se développer. Il a été recommandé de décourager la production de ce type de bouillie.

À ce point, deux domaines de recherche future ont été proposés:

- Déterminer si les produits fermentés réduisent la durée de la diarrhée chez les enfants (dans de nombreux pays, la diarrhée infantile représente une perte d'environ 30% des aliments ingérés).

- Déterminer pourquoi, en dépit de tous les problèmes associés à la bouillie de sevrage, de nombreux enfants (40 %, selon l'exposé du Dr Brown) réussissent à maintenir un apport énergétique satisfaisant. La recherche pourrait examiner le rapport possible entre la fréquence de l'alimentation au lait maternel et l'alimentation sans lait maternel.

Une question a été soulevée concernant la relation négative entre la fréquence des repas et la densité énergétique. Dans l'étude du Dr Brown, étant donné qu'aucun grain germé n'a été utilisé pour modifier la viscosité de l'« ogi », la densité énergétique accrue était en corrélation avec la viscosité accrue; cela peut expliquer en partie la moins grande fréquence des repas comportant des bouillies épaisses. Le Dr Brown a reconnu que cela pouvait être le cas, et il a indiqué que le mode d'alimentation (à la main ou à la tasse) pouvait aussi influer sur cette relation.

Rôle de la fermentation dans la prévention et le traitement de la diarrhée

Le président a demandé aux participants de réfléchir aux trois questions suivantes:

- Que sait-on du rôle de la fermentation dans la prévention de la contamination bactérienne des produits de sevrage?
- Que sait-on du rôle des produits fermentés dans la prévention de la diarrhée au sein de la collectivité?
- Que sait-on du rôle des produits fermentés dans le traitement de la diarrhée?

Question 1

Il a été convenu de façon générale qu'aucune approbation globale ne pouvait être donnée aux produits fermentés en tant que catégorie générale et qu'il est important de bien préciser les ingrédients utilisés dans la préparation de ces produits et les conditions de leur utilisation. Il a été jugé plus utile de discuter des produits et processus que de leurs noms potentiellement déroutants.

La discussion est revenue sur les effets antimicrobiens. Le Dr Nout a déclaré, qu'à son avis, les bactéries pathogènes étaient détruites par une combinaison de faible pH et de présence d'acides lactique et acétique. Même si certains lactobacilles ont, en effet, produit des substances ressemblant aux antibiotiques, ils avaient relativement peu d'importance dans la plupart des fermentations lactiques. Dans les expériences effectuées en utilisant des aliments artificiellement acidifiés, les effets étaient similaires à ceux qu'a rapportés le Dr Nout dans son exposé.

Il a été reconnu que les exposés du Dr Nout et du Dr Sakoane ont fourni des preuves indéniables que divers micro-organismes pathogènes importants dans l'induction de maladies chez les êtres humains étaient éliminés ou réduits en nombre pendant la fermentation lactique des gruaux de céréales à base de maïs ou de sorgho. Bien qu'il serait souhaitable d'élargir ces expériences pour étudier d'autres agents pathogènes et d'autres types de fermentation, il est surtout nécessaire d'examiner aujourd'hui la pertinence de ces travaux par rapport au traitement de la diarrhée au sein de la collectivité.

Question 2

Il a été reconnu qu'actuellement, les données sont insuffisantes pour permettre de répondre à cette question. Aux fins d'un essai d'intervention, il peut être difficile de persuader les mères d'adopter des méthodes de fermentation relativement complexes; toutefois, selon un commentaire du Dr Nout, le même effet pourrait être obtenu en ajoutant de l'acide acétique ou de l'acide lactique à la bouillie, ce qui suggère une méthode possible d'essai sur le terrain, dans un groupe choisi au hasard.

Il a été convenu que la diarrhée a des causes multiples, et que les interventions dans un secteur unique se sont largement soldées par des échecs. Il a été indiqué qu'un ensemble d'interventions serait plus prometteur.

En plus de l'essai contrôlé proposé par le Dr Brown, il a été signalé qu'il existait probablement dans la région des possibilités de faire des expériences naturelles. Certaines collectivités utilisent largement les bouillies sures pour le sevrage alors que les collectivités avoisinantes n'en utilisent pas; l'importance relative de la diarrhée infantile pourrait être étudiée en comparant ces deux types de collectivités. Le Dr Greiner a souligné qu'en raison du fait qu'environ 25 % des diarrhées pouvaient être attribuées à des aliments contaminés, une telle étude devrait être effectuée au sein d'une collectivité ayant une forte incidence de diarrhées. Il serait également nécessaire de trouver une situation où les produits fermentés sont connus et jugés acceptables, mais ne sont pas largement utilisés.

Question 3

Là encore, les données actuelles semblent insuffisantes pour permettre de répondre à cette question. Il existe des preuves contradictoires sur l'usage de l'« obusera » dans le traitement de la diarrhée en Ouganda. Il a été signalé que les aliments ayant une trop forte concentration en sucre ne sont pas des agents de réhydratation efficaces et qu'ils peuvent, en fait, causer une diarrhée osmotique. Les ouvrages publiés donnent de nombreux renseignements sur les propriétés thérapeutiques des produits laitiers fermentés, et il a été proposé de tester ces données au moyen d'expériences réalisées avec des céréales fermentées.

Séance V

Expériences de l'Afrique orientale et de l'Asie

Le gros volume alimentaire des produits de sevrage et son effet sur l'apport énergétique et nutritionnel[1]

Ulf Svanberg

Department of Food Science, Chalmers University of Technology, Box 5401, Göteborg, Suède S-40229

Résumé *Le problème du volume alimentaire des produits de sevrage a récemment attiré beaucoup d'attention, à la fois en raison de sa nette association avec la malnutrition des jeunes enfants et en raison des solutions pratiques qui ont été proposées. Les deux caractéristiques qui déterminent le gros volume alimentaire sont la densité énergétique et la consistance. Pour qu'un aliment de gros volume alimentaire soit satisfaisant pour les jeunes enfants il faudrait qu'il ait une forte densité énergétique (donc un faible volume) et une consistance semi-liquide. L'« ugali » possède une grande densité énergétique mais sa consistance est épaisse, tandis que l'« uji » a une consistance liquide mais une faible densité énergétique ; la bouillie idéale devrait combiner les aspects positifs des deux. L'usage de techniques ménagères traditionnelles offre une solution possible à ce problème. La farine de sorgho ou de millet germé est connue sous le nom de « kimea », ou « farine énergétique » (FE) ; lorsque cette FE est ajoutée pendant la cuisson, la bouillie épaisse de densité énergétique appropriée peut être liquéfiée en quelques minutes. Les études sur l'apport alimentaire effectuées au niveau des villages en Tanzanie ont cherché la mesure dans laquelle la consistance et la densité énergétique d'un régime influeraient sur l'apport alimentaire réel des jeunes enfants. Les enfants de 12 à 36 mois ont pu consommer environ 35 % plus d'aliments avec le régime semi-liquide (« uji » et « ugali » traité avec FE) qu'avec l'« ugali » épais. L'apport alimentaire total en kcal par repas était deux à quatre fois plus grand avec l'« ugali » traité avec la FE qu'avec l'« uji » ordinaire, et d'environ 30 % plus grand qu'avec l'« ugali » épais. Les enfants de plus de trois ans ont pu consommer des quantités égales d'« ugali » épais et de bouillie liquide traitée avec la FE.*

Sur le plan nutritionnel, un être humain connaît deux révolutions biologiques dans sa vie. La première se produit à la naissance, avec le passage de la nutrition intra-utérine à l'alimentation au sein. La seconde a lieu lorsque survient le sevrage. On appelle « période de sevrage » la période pendant

---

[1] Ces études ont été réalisées en collaboration avec le Tanzania Food and Nutrition Centre et financées par la Swedish Agency for Research Cooperation with Development Countries.

laquelle un nourrisson s'habitue progressivement à une supplémentation alimentaire au lait maternel. Il est possible que la première de ces périodes de transition comporte certains problèmes mais pas de risques réels, même dans de mauvaises conditions sanitaires et sociales. Toutefois, dans de telles conditions, la seconde étape peut présenter de gros risques; le système alimentaire du nourrisson n'est plus placé sous le contrôle biologique du corps de la mère, mais il dépend des connaissances et des ressources de la famille.

Nous savons que ces risques peuvent être réduits lorsque les produits de sevrage à base de lait sont administrés sous surveillance médicale, dans des conditions sociales et économiques satisfaisantes. Toutefois, de telles conditions n'existent pas dans la plupart des régions du monde et les problèmes de nutrition pendant la période de sevrage sont, par là même, largement répandus. L'enfant doit s'habituer à consommer et à digérer de nouveaux aliments ayant souvent une moins bonne qualité nutritionnelle, tout en étant très vulnérable aux nombreuses infections du conduit intestinal qui seront probablement provoquées par l'usage d'ustensiles et de mains sales. C'est là le plus urgent problème à régler pour améliorer la situation des enfants du monde.

Selon le rapport statistique de l'UNICEF (1987), qui traite de 64 pays en développement représentant une population de plus de deux milliards, plus de 30% des enfants de moins de cinq ans souffrent de malnutrition modérée et environ 5% sont gravement sous-alimentés. Dans de nombreux pays en développement, la malnutrition est à son pic pendant la période de sevrage, de six mois à 2 ans et demi (Gordon et al. 1967). Les générations précédentes ont reconnu ces risques, et les pratiques d'alimentation au sein et de sevrage ont donc été, en général, régies par la tradition culturelle et religieuse (Jelliffe 1955). La tradition la plus importante et la mieux connue est celle de la prolongation de l'allaitement maternel au-delà de quatre à six mois, avec l'administration de suppléments alimentaires provenant des aliments plus mous du régime familial (Cameron et Hofvander 1982).

Dans la plupart des sociétés, les produits de sevrage traditionnels sont des produits non laitiers, fabriqués à partir de la denrée de base locale – généralement une céréale, comme le maïs, le sorgho, le millet ou le riz. Les produits non céréaliers, comme les pommes de terre, le manioc et les plantains, sont parfois utilisés. Lorsqu'un aliment de base est préparé pour le sevrage, il est généralement transformé en une bouillie épaisse ou en un gruau de consistance molle ou liquide. Ces produits de base, préparés sous forme liquide, vont contenir de grandes quantités d'eau, et ils deviennent donc volumineux tout en possédant une faible densité énergétique et nutritive (la densité énergétique est définie comme la quantité d'énergie par gramme d'aliment et la densité nutritive est la quantité d'éléments nutritifs par gramme d'aliment). La concentration farineuse peut être aussi faible que 5%, ce qui donne seulement 0,2 kcal/g de gruau préparé. Afin de couvrir ses besoins énergétiques quotidiens, un jeune enfant devrait consommer de trois à cinq litres d'un tel gruau, ce qui est manifestement impossible. Les besoins énergétiques élevés des jeunes enfants, ainsi que leur faible capacité gastrique, sont tels qu'il leur est

impossible de manger suffisamment de ces aliments, notamment lorsque le nombre de repas par jour est peu élevé.

Le terme « bulk » provient de l'ancien mot anglais « bulke », qui signifie magnitude ou volume, et également masse ou agrégat particulièrement large. Le « gros volume alimentaire » peut être produit de deux manières. Selon la première, la densité énergétique du gruau clair (« uji ») est trop faible, et le volume requis est donc trop grand. La seconde caractéristique du gros volume alimentaire se produit lorsqu'une dilution réduite diminue le volume des aliments; dans ce cas, le résultat est une bouillie épaisse (« ugali »). La quantité de farine dans une telle bouillie est d'environ 30 %; ce qui donne une densité énergétique de 1 kcal/g. C'est le genre de produit que préfèrent les adultes; il est administré aux enfants à partir d'environ deux ans. Avec sa consistance épaisse et collante, l'« ugali » est difficile à manger, notamment par les jeunes enfants qui peuvent ne pas avoir développé leur pleine capacité à mastiquer et à avaler des aliments solides et épais. Bien que la densité énergétique soit acceptable, la consistance peut donc limiter considérablement la prise alimentaire des jeunes enfants. Il serait évidemment souhaitable de combiner les bonnes propriétés de chacun (la grande densité énergétique de l'« ugali » à la consistance semi-liquide de l'« uji ») dans un seul produit.

Pour évaluer l'effet du gros volume alimentaire sur la nutrition des jeunes enfants, il faut d'abord réfléchir sur les facteurs qui déterminent les apports énergétique et nutritif quotidiens (Ljunqvist et al. 1981): le nombre de repas par jour, la quantité d'aliments consommés à chaque repas, la densité énergétique et nutritive des aliments consommés et la biodisponibilité des calories et des éléments nutritifs de l'aliment. De ces facteurs, le deuxième et le troisième sont ceux qui sont les plus étroitement associés au gros volume alimentaire de l'aliment.

Le gros volume alimentaire et la malnutrition protéocalorique

Le gros volume des aliments a souvent été mentionné comme un facteur possible ou même probable de l'étiologie de la malnutrition (PAG 1973; Waterlow et Payne 1975; Payne 1976). Deux descriptions originales de l'alimentation des nourrissons en Afrique occidentale nous sont données par Cicely Williams, d'abord en 1933, dans son compte rendu classique du kwashiorkor, et plus tard en 1938, dans son étude sur la situation générale de l'hygiène infantile en Côte-d'Or. Elle y décrit de manière imagée les effets nocifs des aliments volumineux et épicés à base d'hydrates de carbone qui étaient donnés à manger aux enfants. En Afrique orientale, Trowell et Muwazi ont souligné, dès 1945, la nature indigeste des aliments volumineux avec lesquels les enfants sont sevrés. Ces chercheurs ont affirmé que les 1 200 calories requises quotidiennement par un enfant de deux ans doivent provenir de la consommation de produits végétaux volumineux.

Toutefois, très peu d'efforts ont été faits pour étudier méthodiquement l'importance du problème du gros volume des aliments dans l'alimentation des enfants. Certains auteurs ont observé que les régimes à base de produits amylacés avaient une apparence très « volumineuse » (Jones et Pereira 1972; Chamberlin et Stickney 1973; Binns 1975); toutefois, il n'est pas clair s'ils font allusion au volume ou à la consistance des produits.

Nicol (1971) a été l'un des premiers à faire des estimations quantitatives du volume alimentaire, en se fondant sur les études des apports alimentaires des enfants. Il a conclu que le volume des produits amylacés requis pour couvrir les besoins énergétiques des enfants d'âge préscolaire était de 900 à 1650 mL. La quantité d'aliments consommés variait de 660 à 1250 mL, répartie entre deux repas par jour, ce qui n'était pas suffisant pour répondre aux besoins énergétiques stipulés par la FAO/OMS (1973). Même si les aliments étaient répartis sur plusieurs repas par jour, Nicol conclut qu'on ne devrait pas s'attendre à ce qu'un enfant de un à trois ans consomme avec plaisir 1450 mL d'une bouillie d'igname collante et épaisse. Toutefois, il a été considéré que dans le cas des régimes à base de céréales, si l'on répartissait les aliments sur quatre repas par jour, l'enfant consommerait la quantité nécessaire (900 à 980 mL) pour couvrir ses besoins énergétiques. La consistance de ce régime n'a pas été mesurée, mais nous pouvons supposer qu'elle était semblable à celle d'une bouillie épaisse.

Rutishauser (1975) a comparé la densité énergétique, la fréquence des repas et l'« appétit » (compte tenu de la présence d'une maladie), aux besoins énergétiques des enfants d'âge préscolaire; elle conclut que la densité énergétique est le facteur le plus décisif. Ses données soulèvent un autre point intéressant: celui des cas où une alimentation au sein est interrompue, le lait étant le seul aliment à fournir un équilibre alimentaire complet; il semblerait que le lait possède les propriétés de volume alimentaire souhaitables qui le différencient d'autres produits à base d'amidon.

Des études ont été effectuées sur l'alimentation des enfants d'âge préscolaire dans des régions où les aliments de base amylacés étaient les principaux aliments et où la malnutrition protéocalorique était prévalente. Les chercheurs semblent s'accorder sur le fait que le « gros volume » du régime est une contrainte majeure à l'administration d'une quantité suffisante d'aliments aux enfants. Toutefois, cette expérience a donné lieu à une petite enquête sur les moyens de réduire ce problème, mais plus de données quantitatives sont nécessaires pour démontrer l'importance du gros volume alimentaire.

La capacité de manger liée au gros volume alimentaire

L'apport alimentaire requis pour couvrir les besoins énergétiques des enfants d'âges divers au moyen de régimes de différentes densités énergétiques peut être calculé à l'aide des données sur les besoins énergétiques (FAO/OMS

1973). Lorsque l'apport maximum d'un produit particulier est connu, il est alors possible de déterminer la densité énergétique nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques d'un enfant. En se fondant sur les estimations quantitatives des apports alimentaires quotidiens rapportées plus haut, on peut supposer que les jeunes enfants peuvent satisfaire leurs besoins énergétiques au moyen d'un régime ayant une densité énergétique d'environ 1 kcal/g.

Peu d'études ont été consacrées à la mesure de l'apport quantitatif réel de différents aliments chez les enfants. La plupart des études traitent des nourrissons nourris au sein ou au biberon avec diverses formules lactées. Dans les études de consommation volontaire chez les enfants d'âge préscolaire, il est également difficile d'éviter l'influence de facteurs extérieurs, comme la surveillance du personnel et le changement dans la fréquence des repas.

Les études de l'apport alimentaire chez les nourrissons

Fomon et al. (1969, 1971, 1975) ont effectué une série d'études sur l'apport alimentaire chez des enfants ayant reçu, ad libitum, des formules lactées de différentes concentrations caloriques. En dépit de la quantité nettement plus grande des aliments consommés par les nourrissons recevant des formules peu caloriques, leur apport énergétique moyen (107 kcal/kg/jour) était considérablement inférieur à celui des nourrissons recevant des formules très caloriques (126 kcal/kg/par jour).

Après l'âge de quatre mois, la quantité moyenne d'aliments consommés était de 939 mL/jour dans le groupe recevant les aliments peu caloriques et de 582 mL/jour dans le groupe recevant les aliments très caloriques; ce qui a donné un apport égal en calories/kg/jour et en gain pondéral chez tous les nourrissons. Toutefois, toutes ces études se rapportent à des formules à base de lait; le rapport portant sur les produits de sevrage riches en amidon n'est pas très clair.

Les études de l'apport alimentaire chez les enfants d'âge préscolaire

Rutishauser et Frood (1973) ont étudié l'apport alimentaire de 19 enfants ougandais d'un à trois ans et qui fréquentaient une clinique rurale de bien-être infantile. Tous les enfants présentaient les premiers symptômes de la malnutrition. Dix des enfants suivaient un régime familial traditionnel (un mélange de plantain et de patate douce combinés soit à des haricots, soit à des arachides ou à de la viande) et recevaient cinq repas par jour, plus 500 mL de thé avec 25 g de sucrose. Neuf enfants suivaient un régime à base de lait (poudre de lait non écrémé, sucrose et huile de graine de coton) de

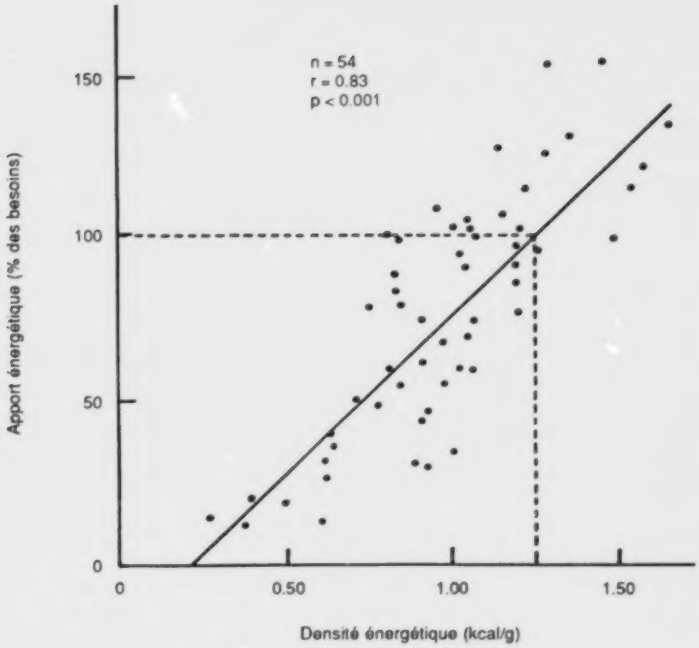

Fig. 1. L'apport énergétique chez les jeunes enfants selon le pourcentage des besoins (FAO/OMS 1973) par rapport à la densité énergétique du régime alimentaire.

100 mL/kg de poids corporel par jour. Il était permis à ces enfants de supplémenter leur régime avec autant de plantain ou de patate douce qu'ils le désiraient. Ces régimes expérimentaux ont été offerts sur des périodes de sept à 22 jours. Les apports moyens totaux quotidiens étaient essentiellement les mêmes pour les deux régimes, soit environ 1 200 g. La quantité d'aliments solides dans le régime familial dépassait légèrement 700 g/jour; les auteurs ont conclu qu'elle atteignait presque la capacité maximum des enfants d'un à trois ans.

Svanberg et al. (1987) ont fait état de chiffres semblables dans une étude de l'apport alimentaire effectuée dans un orphelinat en Éthiopie. Vingt enfants âgés de deux à cinq ans ont suivi un régime alimentaire conventionnel éthiopien, réparti en trois repas par jour, avec l'addition d'un repas de bouillie. L'apport alimentaire quotidien, des aliments liquides et solides, sur une période de 25 jours, oscillait entre 912 et 1 367 grammes pour l'ensemble des enfants étudiés. Dans une vaste étude réalisée auprès d'enfants anglais d'âge préscolaire (ministère de la Santé 1968), l'apport alimentaire moyen des enfants de deux à cinq ans, était de 540 g/jour, sans lait, et avec du lait, de 900 g/jour.

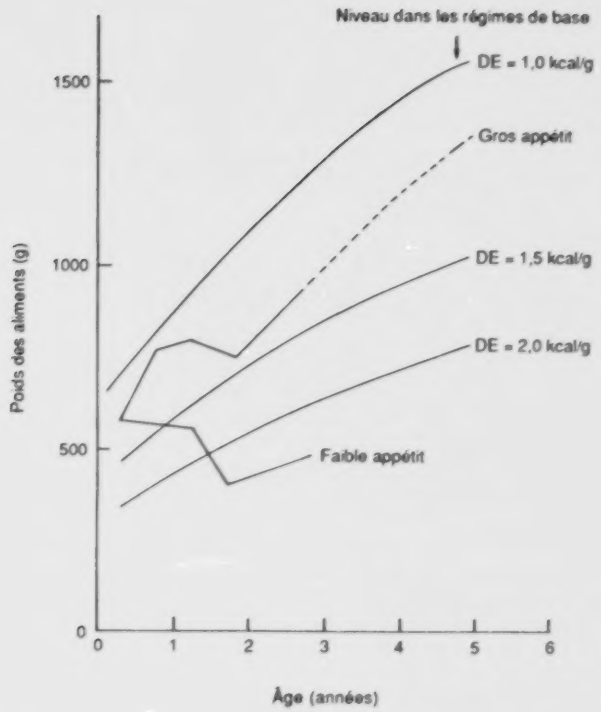

Fig. 2. L'apport alimentaire chez les enfants qui reçoivent un régime de base traditionnel, par rapport à l'apport alimentaire de densité énergétique (DE) plus élevée nécessaire pour répondre à la norme locale en matière d'apport énergétique (voir Rutishauser et Frood 1973; Waterlow et Rutishauser 1974; Binns 1975; Church 1979).

En conclusion, les données sur l'apport alimentaire chez les enfants d'âge préscolaire (un à cinq ans) indiquent une capacité maximum d'environ 900 à 1400 mL/jour. Si les besoins énergétiques doivent être satisfaits, ces apports doivent avoir une densité énergétique d'environ 1,2 kcal/g (FAO/OMS 1973). Cette estimation est conforme à des données obtenues par la surveillance des villages et des centres de réadaptation nutritionnelle de Tanzanie (TFNC 1978; Mellander et Svanberg 1984). La Figure 1 montre l'apport réel, selon le pourcentage des besoins (FAO/OMS 1973), par rapport à la densité énergétique du régime. Une corrélation significative a été constatée entre l'apport énergétique quotidien et la densité énergétique des aliments. En moyenne, une densité énergétique d'environ 1,25 kcal/g d'aliments préparés était nécessaire pour satisfaire les besoins quotidiens estimés; plus de 70% des enfants avaient des repas d'une densité énergétique inférieure à ce chiffre.

Church (1979) a compilé les données de Rutishauser et Frood (1973) en Ouganda, et Binns (1975) à Papouasie-Nouvelle-Guinée. La Figure 2 montre les résultats de ces deux études. Même avec de très gros appétits, ces enfants avaient de la difficulté à manger suffisamment pour couvrir leurs besoins énergétiques (Waterlow et Rutishauser 1974). Ce modèle de faible apport énergétique est caractéristique, et il est remarquablement accentué les jours de faible appétit (dans l'étude de l'Ouganda, en moyenne tous les trois jours).

À l'aide d'une méthode de rappel oral de 24 heures, Susheela et Narasinga Rao (1983) ont enquêté sur l'apport alimentaire chez les enfants des régions rurales et urbaines de l'Inde. Les enfants dont la taille et le poids étaient conformes aux normes internationales avaient un régime dont la densité calorique moyenne était de 1,17 kcal/g, alors que les enfants de faible poids avaient un régime ayant une densité énergétique considérablement moins élevée de 0,74 kcal/g. Svanberg et al. (1987) se sont assurés que la densité énergétique des régimes expérimentaux de leurs études en Éthiopie était de 1,15 kcal/g; d'après les normes suédoises, tous les enfants étaient normaux quant au poids et à la taille.

En ce qui a trait à la croissance satisfaisante des nourrissons, la densité énergétique du lait humain devrait être considérée comme étant optimale. Des valeurs moyennes de 0,70 kcal/g ont été signalées pour le lait maternel mature (Macy et Kelly 1961; ministère de la Santé et de la Sécurité sociale 1977). Nous pouvons donc conclure que dans le cas d'un régime de sevrage mixte comprenant des liquides de faible densité énergétique ainsi que des aliments solides, la densité énergétique de ces derniers devrait être supérieure à 0,7 kcal/g.

En conclusion, il semble raisonnable de supposer que les enfants d'âge préscolaire peuvent satisfaire leurs besoins énergétiques avec un régime ayant en moyenne une densité énergétique supérieure à 0,7 kcal/g; toutefois, cela n'est le cas que si les enfants sont en bonne santé et qu'ils ont bon appétit, et si leurs aliments sont répartis sur plus de trois repas par jour.

Il ne semble y avoir aucune donnée sur l'effet de la consistance du régime sur la capacité à manger des enfants de divers âges; les résultats mentionnés ci-dessus n'indiquent aucune différence sur le plan de l'apport quotidien total entre un régime familial composé d'un plus grand nombre d'aliments solides et d'un régime liquide à base de lait (Rutishauser et Frood 1973). Cependant, dans une étude effectuée dans deux orphelinats d'Éthiopie, il a été observé (Svanberg, observation non publiée) que lorsqu'un produit de sevrage mélangé à sec (bouillie épaisse) était utilisé dans le régime au lieu d'une variété traitée avec l'amylase (gruau liquide), il était nécessaire de répartir également les rations sur les repas, sinon les enfants auraient eu de la difficulté à manger leurs rations quotidiennes.

Une contribution intéressante concernant la consistance des produits de sevrage, notamment par rapport à l'âge et au développement ainsi qu'aux maladies infantiles, a été faite par Church (1979). La préférence envers les aliments plus liquides est plus marquée chez les plus jeunes enfants et elle

augmente avec la gravité croissante d'une maladie. Lorsque le régime est à base de produits amylacés, par exemple, une plus grande liquidité des produits de sevrage signifie une densité énergétique réduite.

Les facteurs physiologiques liés au gros volume alimentaire

Les facteurs régissant la faim et la satiété chez les êtres humains sont très complexes et, dans une grande mesure, n'ont pas encore été bien définis (Davidson et Passmore 1975). La présente discussion est donc limitée aux effets probables de la densité énergétique/volume et de la consistance d'un repas, par rapport aux trois étapes de base de la digestion: la mastication et la déglutition, l'évacuation gastrique et l'absorption et la digestion intestinales.

La mastication et la déglutition

Plus les aliments sont épais et plus grand est l'effort requis pour les mastiquer et pour les faire passer une fois mastiqués dans l'estomac. Il est possible que cet effort accru limite la prise d'aliments chez les jeunes enfants qui n'ont pas pleinement développé leur capacité en ces domaines. Les aliments liquides, bien entendu, exigent très peu d'efforts pour passer dans l'estomac. Toutefois, dans ce cas, il y aura probablement moins d'amylase (une enzyme nécessaire pour décomposer l'amidon) dans la salive; cette présence réduite d'amylase peut encore retarder davantage la digestion. Aucun de ces facteurs ne semble avoir été étudié convenablement en ce qui concerne leurs effets sur différents types d'aliments.

L'évacuation gastrique

Hunt et Stubbs (1975) ont effectué un grand nombre d'études se rapportant à l'évacuation gastrique chez les adultes; ces études traitent d'une large gamme de densités énergétiques. Il a été constaté que l'évacuation gastrique d'un repas était de forme exponentielle (Hunt et Knox 1968): autrement dit, le volume total du repas influe sur la vitesse d'évacuation. Toutefois, ce qui est plus important, c'est le fait que la vitesse d'évacuation gastrique est régie de façon à ce qu'un repas de grande densité énergétique soit évacué plus lentement qu'un repas de faible densité énergétique. Par conséquent, les mécanismes de régulation semblent être également sensibles à toutes les unités d'énergie, qu'elles aient pour origine des hydrates de carbone ou des matières grasses. Toutefois, ces mécanismes de régulation ne combleront pas complètement les différences entre les repas de différentes densités énergétiques: un repas ayant une plus grande densité énergétique libérera toujours plus de calories dans l'intestin par unité de temps qu'un repas de plus faible densité énergétique.

La viscosité d'un repas semble également exercer un effet profond sur

l'évacuation gastrique. Il a été trouvé que les fibres mucilagineuses comme celles de la pectine ou de la gomme guar retardaient considérablement l'évacuation gastrique chez les adultes (Holt et al. 1979). On ne sait pas si l'on peut obtenir cet effet sur l'évacuation gastrique en administrant des gruaux très visqueux d'hydrates de carbone digestes, comme l'amylose ou l'amylopectine, ou les deux ; ces hydrates de carbone peuvent être en partie hydrolysés par les amylases salivaires, ce qui résulte en une viscosité réduite.

En raison des problèmes pratiques et éthiques qui se posent lorsqu'on étudie des enfants, les données sur les vitesses de l'évacuation gastrique dans ces groupes d'âge sont rares. Cependant, des études récentes ont été effectuées sur des nourrissons ayant reçu du lait de vache modifié (Singer et Fridrich 1975). Ces études indiquent que, là encore, le mode d'évacuation gastrique est exponentiel. Il a été constaté que la durée de la vidange gastrique de la moitié du volume administré était de 87 + 29 min (moyenne + écart-type, n = 24) – une durée considérablement plus longue que celle constatée chez les adultes (Griffith et al. 1968).

La digestion et l'aborption

L'absorption et la digestion finales des aliments s'effectuent en général dans les parties proximales de l'intestin (Johansson 1975). Ces processus peuvent s'étendre à des parties plus éloignées de l'intestin en raison d'une plus grande vitesse d'évacuation gastrique ou d'une teneur élevée en hydrates de carbones non assimilables (McCance et al. 1953). Il est difficile d'évaluer l'influence possible des différentes vitesses d'absorption en ce qui concerne le gros volume alimentaire considéré comme facteur limitant de l'apport nutritif.

Toutefois, d'autres commentaires sur le rôle des hydrates de carbone non assimilables peuvent être applicables. Les importantes fonctions des hydrates de carbone non assimilables ou « fibre alimentaire » sont aujourd'hui reconnues. Ils constituent une source d'énergie non assimilable, et ils peuvent également agir sur l'absorption des protéines et des minéraux (Southgate 1973). En outre, les hydrates de carbone non assimilables fixent de grandes quantités d'eau et contribuent donc au gros volume alimentaire ; la pectine qui transporte cinq fois son propre poids d'eau en fournit un bon exemple. Enfin, il convient de souligner les effets profonds de diverses maladies (en particulier, celles du conduit digestif), de la malnutrition aiguë et de divers parasites, sur l'appétit, la digestion et l'absorption (Latham 1975).

La réduction du gros volume alimentaire

Les techniques traditionnelles de manipulation des aliments se sont avérées capables de réduire la capacité de fixation de l'eau des céréales et des légumineuses rendant ainsi possible la préparation de gruaux ayant une densité énergétique et nutritive acceptable mais avec une consistance semi-liquide. Nous décrirons deux exemples de ces méthodes traditionnelles qui réduisent le

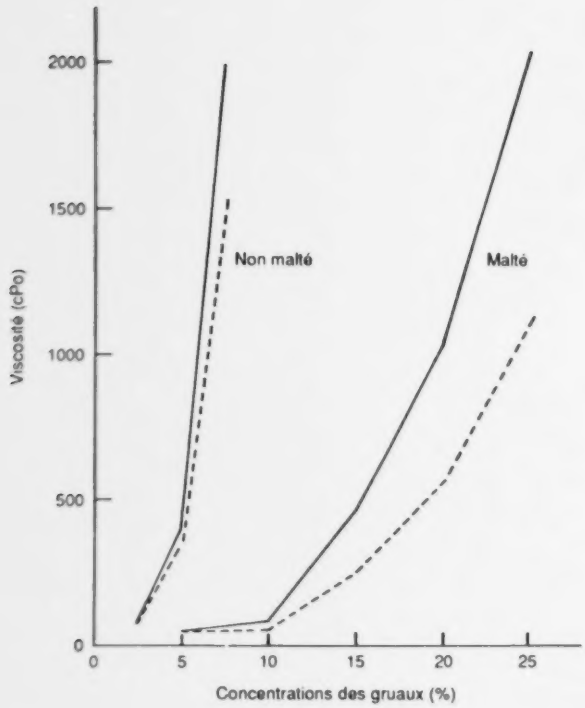

Fig. 3. L'effet de la méthode de cuisson sur la viscosité des gruaux préparés à partir de farine de « ragi » décortiqué malté et non malté. ____, farine mélangée directement avec l'eau bouillante et cuite pendant trois minutes; ---, farine mélangée dans l'eau froide et chauffée lentement. La viscosité a été mesurée à 40°C à l'aide d'un viscomètre Brookfield.

volume alimentaire: la première est la germination (maltage) des céréales (Brandtzaeg et al. 1981; Mosha et Svanberg 1983) et des légumineuses dans les pays d'Afrique et d'Asie; la seconde est la fermentation, utilisée particulièrement en Afrique pour rendre consommable le manioc ainsi que d'autres racines et végétaux amylacés.

L'effet de réduction du volume de ces procédés dépend de la formation d'amylases. L'activité enzymatique augmente rapidement dans les graines en germination; dans certaines variétés de céréales (orge, sorgho et millet) l'activité amylolytique est particulièrement élevée. Les alpha-amylases sont synthétisées dans l'aleurone de la cellule; de là, elles émigrent vers l'endosperme amylacé, où s'amorce l'hydrolyse des granules d'amidon. Ces granules d'amidon ne gonfleront donc pas dans la même proportion que pendant la cuisson, et les chaînes d'amyloses qui doivent former le réseau de gélose seront rompues. L'activité de l'alpha-amylase développée pendant la germination, réduira de ce fait la capacité de fixation de l'eau des gruaux préparés à partir des

farines germées. Le sorgho (variétés de sorgho blanc) et les millets ont démontré une activité amylolytique considérable au bout de 48 heures de germination; d'autres céréales et les variétés de sorgho brun peuvent exiger plus de 96 heures de germination (la Figure 3 montre l'effet spectaculaire sur le gros volume d'une variété de millet après la germination). Il est possible de mélanger au moins trois fois autant de farine germée avec un même volume d'eau tout en gardant la même consistance au gruau.

En outre, après la germination, certaines variétés contiennent des enzymes amylolytiques qui sont à la fois solubles et tellement actives qu'elles peuvent être utilisées pour dégrader le réseau de gélose amylacée des gruaux à base de farine non germée. Cela signifie qu'avec l'adjonction d'une petite quantité de farine germée, une bouillie collante ayant une concentration en farine d'environ 20% se transformera en gruau semi-liquide (Mosha et Svanberg 1983).

Un grand nombre de micro-organismes participent au processus de fermentation; il a été montré que certains d'entre eux produisent des amylases qui pourraient agir sur le gros volume de la farine de manioc, par exemple. Les micro-organismes producteurs d'acides présentent un intérêt particulier. Ils produisent généralement l'acide lactique; le pH du produit peut être aussi bas que 4 – un pH dans lequel un constituant amylacé peut perdre sa capacité de fixation de l'eau.

Tableau 1. Densités énergétiques des gruaux de sevrage préparés à une consistance semi-liquide mesurés contre un degré de densité satisfaisant proposé de 1,15 kcal/g pour un enfant de deux à trois ans.

Gruau de sevrage	Densité énergétique (kcal/g)[a]
Céréales non germées	
Non cireuses	0,24 – 0,47 (0,37)
Cireuses	0,28 – 0,58 (0,45)
Granules amylacés	0,41 – 0,54 (0,45)
Avec huile de cuisson	0,37 – 0,68 (0,51)
Avec doliques (4:1)	0,35 – 0,51 (0,43)
Avec arachides (4:1)	0,41 – 0,66 (0,52)
Avec arachides (2:1)	0,55 – 0,77 (0,65)
Céréales germées	
Sorgho blanc et millet	0,68 – 1,02 (0,81)
Sorgho brun	0,31 – 0,81 (0,46)
Maïs	0,39 – 0,86 (0,56)
Sorgho/millet avec arachides (4:1)	0,82 – 1,15 (0,98)
Sorgho/millet avec doliques (4:1)	0,53 – 0,81 (0,64)
Toute céréale/racine avec « FE »	0,82 – 1,15 (0,97)
Fermentation	
Céréale/racine	0,33 – 0,86 (0,45)

Note: Minimum de densité énergétique acceptable = 0,70 kcal/g.
[a] Les valeurs moyennes apparaissent entre parenthèses.

Le Tableau 1 résume en termes quantitatifs l'effet de différentes mesures ménagères visant à réduire le gros volume alimentaire. Il montre les densités énergétiques de divers gruaux de sevrage préparés pour avoir une consistance semi-liquide; il donne les mesures de ces gruaux contre un degré de densité satisfaisant proposé de 1,15 kcal/g (satisfaisant pour un enfant de deux à trois ans). Ce degré de densité est calculé suivant les besoins énergétiques moyens donnés par la FAO/OMS (1973) et il suppose un apport alimentaire total quotidien d'environ 1 200 g chez les enfants de ce groupe d'âge.

Lorsque des céréales non germées sont utilisées comme base amylacée dans la préparation du gruau, la densité énergétique est d'environ 0,30 kcal/g – et aussi élevée que 0,50 kcal/g si des variétés à consistance cireuse sont utilisées (Hellstrom et al. 1981). L'addition d'une huile de cuisson à une céréale non «cireuse» ou un mélange de doliques et d'arachides (4:1) donne également des densités énergétiques d'environ 0,50 kcal/g. Pour obtenir la densité énergétique minimum de 0,70 kcal/g, il est nécessaire de mélanger les céréales et les arachides selon un ratio de 3:1. Lorsque du sorgho blanc et des millets germés sont utilisés pour préparer un gruau semi-liquide, il est possible d'obtenir des densités énergétiques allant jusqu'à 1 kcal/g et même plus (jusqu'à 1,5 kcal/g, en mélangeant avec des arachides ou en utilisant la farine germée comme «farine énergétique», ou FE).

L'apport des produits de sevrage de volume réduit

Nous avons effectué des études, en collaboration avec le Tanzania Food and Nutrition Centre, sur le gros volume des produits de sevrage; dans le cadre de ces enquêtes menées au niveau des villages, nous avons pu effectuer des études contrôlées chez les jeunes enfants sur l'apport alimentaire fourni par des produits de sevrage de divers volumes alimentaires.

Dans l'étude sur le village de Luganga, trois différents régimes ont été préparés à partir du même double mélange de farine de maïs et d'arachides

Tableau 2. Apport alimentaire moyen (g) de gruaux de différentes viscosités chez les jeunes enfants[a]

Âge des enfants (en mois)	Concentration farineuse du gruau		
	5 % (liquide)	20 % (sans FE épais)	20 % (avec FE liquéfié)
5–12 (n=4)	154 ± 77a	153 ± 72a	163 ± 106a
12–24 (n=8)	330 ± 118a,b	277 ± 93a	346 ± 94b
24–48 (n=10)	491 ± 201a	405 ± 141b	445 ± 172a
48–65 (n=10)	544 ± 90a	517 ± 107a	565 ± 99a

[a] Les valeurs moyennes dans le même groupe n'ayant pas d'indice commun sont considérablement différentes de P = 0,05 (test de classement par signe de Wilcoxon pour les échantillonnages appariés).

Tableau 3. Estimation du volume de divers gruaus nécessaire pour couvrir 60 % des besoins énergétiques quotidiens d'un enfant d'un an[a]

	Concentration farineuse du gruau		
	5 % (liquide)	20 % (sans FE épais)	20 % (avec FE liquéfié)[b]
Volume pour couvrir 60 % des besoins énergétiques quotidiens (mL)	3540	870	710–870
Apport réel par repas (mL)	330	277	347
Nombre de repas nécessaires par jour	10	3,1	2,0–2,5

[a] Besoins énergétiques d'un enfant d'un an – 1 180 kcal/jour.
[b] Farine de sorgho germé ajoutée (5 % de la quantité totale).

(95/5). Le régime 1 consistait en un « uji » liquide avec une concentration de farine de 5 %. Le régime 2 consistait en une bouillie épaisse ayant une concentration de farine de 20 %. Le régime 3 était semblable au régime 2, mais liquéfié par l'addition de farine de sorgho germé (FE). Les 32 enfants participants suivaient chaque régime pendant trois jours consécutifs par mois, sur une période de six mois. Le Tableau 2 résume les données sur l'apport alimentaire, avec les enfants répartis en quatre groupes d'âge. Dix-huit enfants du groupe de 12 à 48 mois ont consommé considérablement plus de gruaux liquides que de bouillies épaisses. Les enfants de plus de 48 mois n'ont pas manifesté de différence importante dans leur apport alimentaire avec les trois régimes.

Nous pouvons donc conclure que dans le cas des enfants de 12 à 48 mois, c'est la viscosité (consistance) et non la densité énergétique des gruaux qui aura un effet sur l'apport alimentaire, ce qui est conforme aux résultats des études de Svanberg et al. (1987) sur les enfants éthiopiens nourris avec un produit de sevrage à base de sorgho, le « faffa », dont le gros volume a été réduit par l'addition de 5 % de farine de sorgho germé. Dans cette étude, deux gruaux de sevrage de même viscosité, ou presque, mais de densités énergétiques différentes, ont été consommés en quantités égales, à des repas uniques. Il est important de noter que les enfants d'un à deux ans étaient les plus sensibles à la consistance du régime. Il s'agit du groupe d'âge dont une grande partie de besoins nutritifs et énergétiques doivent être satisfaits par une alimentation supplémentaire, et aussi du groupe où le problème de malnutrition atteint son maximum.

Les chiffres sur les apports obtenus dans cette étude pourraient être utilisés pour estimer quelles sont les quantités de différents gruaux de sevrage nécessaires chaque jour pour répondre aux besoins énergétiques des enfants d'âge préscolaire. Le Tableau 3 compare les gruaux aux différentes propriétés de

volume alimentaire, indiquant les niveaux d'apport alimentaire nécessaires pour couvrir 60 % des besoins énergétiques quotidiens d'un enfant d'un an. Il est supposé que le lait maternel couvrira le reste des besoins. Plus de 3 500 mL par jour du gruau contenant 5 % de maïs/arachides sont nécessaires, ce qu'il est évidemment impossible à un enfant d'un an d'ingérer. Quant au gruau épais à 20 %, environ 870 mL/jour seront nécessaires. Cette quantité pourrait être répartie sur trois repas, conformément à la consommation moyenne observée de 277 mL/jour. Au moyen de la technique de FE, il est possible d'obtenir des concentrations de farine allant jusqu'à 20 à 25 %. La quantité requise pour de tels gruaux serait de l'ordre de 710 à 870 mL/jour; 60 % des besoins énergétiques pourraient être couverts par deux à trois repas par jour seulement. L'importance d'un tel produit de sevrage à forte densité énergétique est encore plus marquée du fait qu'en Tanzanie, les enfants de moins de cinq ans ne sont généralement nourris que deux à trois fois par jour.

Bibliographie

Binns, C.W. 1975. Food volume, a limiting factor in nutrient intake in the Papua New Guinea highlands. University of Technology, Lae, Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1982. Manual on feeding infants and young children (2nd ed.). Nations Unies, New York, NY, ÉU.

Chamberlin, J.G., Stickney, R.E. 1973. Improvement of children's diets in developing countries: an analytical approach to evaluation of alternative strategies. Nutrition Reports International, 7, 71-84.

Church, M. 1979. Quality and quantity of diet in relation to child development. Proceedings of the Nutrition Society, 38, 41-49.

Davidson, S., Passmore, R. 1975. Human nutrition and dietetics (6th ed.). Livingstone Ltd, Edinburgh, R-U. p. 34.

Département de la Santé et la Sécurité sociale. 1977. The composition of mature human milk. H.M. Stationary Office, London, R-U. Rapport n° 12.

FAO/OMS (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la santé). 1973. Energy and protein requirements. OMS, Genève, Suisse. Rapport technique 522.

Fomon, S.J., Filer, L.J., Jr., Thomas, L.N., Anderson, T.A., Nelson, S.E. 1975. Influence of formula concentration on caloric intake and growth of normal infants. Acta Paediatrica Scandinavia, 64, 172-181.

Fomon, S.J., Filer, L.J., Jr., Thomas, L.N., Rogers, R.R., Proksch, A.M. 1969. Relationship between formula concentration and rate of growth of normal infants. Journal of Nutrition, 98, 241-247.

Fomon, S.J., Thomas, L.N., Filer, L.J., Jr., Ziegler, E.E., Leonard, M.T. 1971. Food consumption and growth of normal infants fed milk-based formulas. Acta Paediatrica Scandinavia, Supplement 223.

Gordon, J.E., Wyon, J.B., Ascoli, W. 1967. The second year death rate in less developed countries. American Journal of Medical Science, 254, 357-380.

Griffith, G.H., Owen, G.M., Campbell, H., Shields, R. 1968. Gastric emptying in health and gastroduodenal disease. Gastroenterology, 54, 1.

Hellström, A., Hermansson, A.-M., Karlsson, A., Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. II. Consistency as related to dietary bulk - a model study. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 127-135.

Holt, S., Heading, R.C., Carter, D.C., Prescott, L.F., Tothill, P.1979. Effect of gel fibre on gastric emptying and absorption of glucose and paracetamol. Lancet, 636-639.

Hunt, J.N., Knox, M.T. 1968. Handbook of Physiology, volume IV, section 6, Washington, DC, ÉU.

Hunt, J.N., Stubbs, D.F. 1975. The volume and energy content of meals as determinants of gastric emptying. Journal of Physiology, 245, 209-225.

Jelliffe, D.B. 1955. Infant nutrition in the subtropics and tropics. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse. Monographie n° 29.

Johansson, C. 1975. Studies of gastrointestinal interactions. Scandinavia Journal of Gastroenterology, 9 (suppl. 28), 1-60.

Jones, S., Pereira, S.M. 1972. Calorie intake of preschool children offered a high-cereal diet. Journal of Tropical Pediatrics, 18, 191-198.

Latham, M.C. 1975. Nutrition and infection in national development. Science, 188, 561-565.

Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 69.

Macy, I.G., Kelly, G.J. 1961. Human milk and cow's milk in nutrition. In Kon, S.K., Cowie, A.T., ed., Milk – the mammary gland and its secretion. Academic Press, New York, NY, ÉU. p. 265.

McCance, R.A., Prior, K.M., Widdowson, E.M. 1953. A radiological study of the rate of passage of brown and white bread through the digestive tract. British Journal of Nutrition, 7, 99.

Mellander, O., Svanberg, U. 1984. Compact calories, malting, and young child feeding. In Jelliffe, D.B., Jelliffe, E.F.P., ed., Advances in international maternal and child health. Clarendon Press, Oxford, R-U.

Ministère de la santé. 1968. A pilot survey of the nutrition of young children in 1963. Ministry of Health, London, U.K. Rep. Publ. Health Med. Subjects, 118.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food and Nutrition Bulletin, 5, 10.

Nicol, B.M. 1971. Protein and calorie concentration. Nutrition Review, 29, 83-88.

PAG (United Nations Protein-Calorie Advisory Group). 1973. Is there a protein problem? WHO Chronicle, 27, 487-491.

Payne, P.R. 1976. Nutrition planning and food policy. Food Policy, 107-115.

Rutishauser, I.H.E. 1975. The dietary background to protein energy malnutrition in West Mengo district, Uganda. In Owor, R., Ongom, V.L., Kirya, B.C.E. ed. Child in the African environment: growth, development and survival. African Literature Bureau, Nairobi, Kenya.

Rutishauser, I.H.E., Frood, J.D.L. 1973. The effect of a traditional low-fat diet on energy and protein intake, serum albumin concentration and body-weight in Ugandan preschool children. British Journal of Nutrition, 29, 261-268.

Singer, E., Friedrich, R. 1975. Gastric emptying in newborns and young infants. Acta Paediatrica Scandinavia, 64, 525-530.

Southgate, D.A.T. 1973. Fibre and the other unavailable carbohydrates and their effect on the energy value of the diet. Proceedings of the Nutrition Society, 32, 131-136.

Susheela, T.P., Narasinga Rao, B.S. 1983. Energy density of diet in relation to energy intake of preschool children from urban and rural communities of different economic status. Human Nutrition, Clinical Nutritiion, 37C, 133-137.

Svanberg, U., Fredrikzon, B., Gebre-Hiwot, B., Taddesse, W.W. 1987. Sorghum in a mixed diet for preschool children. I. Good acceptability with and without simple reduction of dietary bulk. Journal of Tropical Pediatrics, 33, 181-185.

TFNC (Tanzania Food and Nutrition Centre). 1978. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake – with special reference to the feeding of pre-school children. TFNC, Dar-es-Salaam, Tanzanie. Report 250.

Trowell, H.C., Muwazi, E.M.K. 1945. Severe and prolonged underfeeding in African children (the kwashiorkor syndrome of malignant malnutrition). Archives of Diseases in Childhood, 20, 110-116.

UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance). 1987. The state of the world's children. Oxford University Press, Oxford, R-U.

Waterlow, J.C., Rutishauser, I.H.E. 1974. Malnutrition in man. In Early malnutrition and mental development. Symposia of the Swedish Nutrition Foundation XII. Almqvist & Wiksell, Uppsala, Suède.

Waterlow, J.C., Payne, P.R. 1975. The protein gap. Nature, 258, 113-117.

Williams, C.D. 1933. A nutritional disease of childhood associated with a maize diet. Archives of Diseases in Childhood, 8, 423-433.

_____ 1938. Child health in the Gold Coast. Lancet, 1, 97-102.

Les produits de sevrage à forte teneur nutritive faits de céréales germées

A.C. Mosha[1] et Wilbald S.M. Lorri[2]

[1]Southern African Development Coordination Committee, Post Production Food Industry Advisory Unit, Londres, R-U; et [2]Tanzanian Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar Es Salaam, Tanzanie

Résumé *Le sorgho et le maïs ont été étudiés sur le plan de leur apport alimentaire et de leur gros volume alimentaire. Les farines germées et non germées utilisées dans la préparation des gruaux de sevrage ont été comparées; en prenant des volumes égaux de bouillie, il a été trouvé que l'on pouvait utiliser trois fois plus de farine germée (variétés de sorgho à faible teneur en tanins), tout en maintenant la même consistance du gruau. La farine germée des variétés de sorgho riche en tanins n'avait pas cet effet. L'addition de 5% de farine de sorgho pauvre en tanins (riche en enzymes) aux gruaux épais de maïs et de sorgho non germés a permis de réduire la viscosité jusqu'à une consistance acceptable pour un produit de sevrage. Cette méthode de réduction du volume alimentaire des produits de sevrage a été acceptée et utilisée par les mères au niveau des villages. Pour les enfants d'âge préscolaire de 12 à 48 mois, l'apport alimentaire a été considérablement plus élevé avec les gruaux moins volumineux, ayant une faible viscosité et 20% de matière solide, qu'avec le gruau non traité. Il en a été conclu que l'usage de produits de sevrage de volume réduit et de grande valeur nutritive pourrait, en définitive, améliorer l'état nutritionnel des jeunes enfants et augmenter l'apport nutritif de l'infirme.*

Les observations des pratiques traditionnelles d'alimentation des enfants dans de nombreux pays en développement révèlent que la période de sevrage, définie comme étant la période au cours de laquelle le lait maternel est remplacé par d'autres aliments, commence habituellement lorsque le nourrisson a de quatre à six mois, et elle se prolonge jusqu'à ce qu'il ait deux à trois ans (UNICEF 1985). Dans l'intervalle, l'enfant doit manger les mêmes aliments que le reste de la famille. Dans les pays étudiés, ces aliments sont le plus souvent des tubercules amylacés, comme le manioc et la patate douce, ou des céréales comme le maïs, le riz, le sorgho et le millet. Les petits enfants reçoivent généralement des gruaux à base de ces produits. Lorsque ces gruaux sont ainsi préparés, les structures d'amidon fixent de grandes quantités d'eau, ce qui donne des produits d'une grande viscosité (Tanzania Food and Nutrition Centre, rapport interne). Ces gruaux doivent être encore dilués dans de l'eau pour donner une consistance convenable pour nourrir l'enfant. Toutefois, cette dilution réduit la densité énergétique et nutritive du gruau et l'enfant doit alors en consommer de plus grandes quantités pour couvrir ses besoins; la

consommation des quantités en question est physiologiquement impossible. Le gros volume et la grande viscosité d'un tel régime sont généralement appelés « gros volume alimentaire » et l'importance de ce facteur, par rapport à l'alimentation infantile, a déjà été étudiée et documentée dans d'autres ouvrages (Mosha 1984, 1985; Svanberg 1985).

En Tanzanie, le régime alimentaire de la plupart des familles, notamment de celles des régions rurales, consiste en un produit alimentaire de base supplémenté de légumes verts feuillus, de haricots ou de pois; quelques familles aisées ajoutent parfois de la viande (UNICEF 1985). Dans quelques régions, comme les régions lacustres, le poisson est abondant tout comme le lait dans les régions de savane du centre et du nord-est du pays; ces deux denrées permettent d'augmenter la teneur protéique et calorique de ces régimes.

Bien que ce ne soit pas l'aliment préféré, le maïs est le plus couramment consommé dans le pays, suivi du riz, des bananes (plantains), du manioc, du sorgho, du millet, des patates douces et des pommes de terre rondes. Les céréales sont normalement préparées sous forme de gruaux très épais (« ugali ») pour les adultes, et sous forme de bouillie claire (« uji ») pour les petits enfants. Les bananes et les pommes de terre sont consommées bouillies.

Lorsqu'on compare les besoins énergétiques et les besoins protéiques des adultes et des enfants, on trouve que les besoins de ces derniers, compte tenu de leur taille, sont relativement élevés (Cameron et Hofvander 1983). Le plus souvent, la quantité d'aliments qu'un enfant peut consommer par repas est très influencée par sa capacité à mastiquer et par sa capacité gastrique, qui augmentent toutes deux avec l'âge. D autre part, la quantité d'aliments que l'enfant consomme véritablement dépend de la consistance et de la saveur de ces aliments, ainsi que du temps et de la patience de la mère au moment du repas.

Chez l'être humain, la période de développement entre l'étape foetale jusqu'à l'âge préscolaire est critique; pendant cette période, il est essentiel que l'apport alimentaire soit satisfaisant (comprenant des produits de sevrage) pour que l'enfant ait un bon état nutritionnel.

La fabrication industrielle de produits de sevrage à base de céréales comprend souvent des opérations destinées à réduire le volume alimentaire; le traitement enzymatique (amylase), la précuisson et l'extrusion en sont des exemples. Ces procédés résultent en une fixation hydrique réduite des gruaux. Toutefois, des techniques aussi perfectionnées donnent des produits plutôt coûteux (Anon. 1970); dans les pays pauvres, ces produits ne sont généralement disponibles qu'aux enfants des régions urbaines venant des familles à revenus plus élevés.

Une alternative à ces procédés industriels pourrait consister dans l'usage accru de méthodes de préparation alimentaire traditionnelles qui modifient la structure de l'amidon. L'une de ces méthodes qui est largement connue et utilisée est la germination. Bien que la germination des céréales soit principalement associée à la préparation de boissons alcooliques locales, dans certains

cas, elle est employée pour fabriquer des produits de sevrage locaux ayant un faible volume alimentaire (Hellström et al. 1981).

Historique

Le produit de sevrage le plus courant est l'« uji » ou bouillie de maïs ou de sorgho peu épaisse. Selon la saison et la région, une variété de haricots, de pois et de légumes sont ajoutés; toutefois, le plus souvent, le régime de sevrage précoce est composé d'aliments simples. À l'exception des régimes préparés dans certaines collectivités pastorales, la teneur en matières grasses est très faible, notamment dans les régimes alimentaires des Masai, des Wasukuma et des Wakuria. En général, nous pouvons classer les produits de sevrage de la Tanzanie dans quatre différents groupes:

- les produits de sevrage composés d'un seul aliment, généralement des farines céréalières réduites en bouillies ou en gruaux clairs (« uji »);
- les doubles mélanges, c'est-à-dire, un mélange de farine de céréale ou de tubercules-racines ou de bananes réduites en purée, additionné généralement d'un peu de lait ou de graisse d'origine animale;
- les triples mélanges composés d'une céréale amylacée, de fruits et de purée de légumes;
- les mélanges multiples, comprenant toutes les variétés mentionnées, plus tout autre produit que la mère juge convenable et qui rend le mélange appétissant et attrayant.

Comme il a déjà été mentionné, la plupart des mères de ce pays utilisent des produits de sevrage composés d'un seul type d'aliment. Des enquêtes limitées réalisées dans le pays ont montré que de nombreux enfants souffrent de malnutrition protéocalorique (MPC). Environ 6 à 7% des enfants souffrent de MPC grave. Ce chiffre est très élevé. La moyenne normale de MPC grave dans ces régions où la malnutrition est considérée comme moyenne est de 1 à 2% (TFNC 1987). Les degrés de MPC sont élevés pour les raisons suivantes: les régimes alimentaires des enfants ainsi que ceux des adultes sont, dans l'ensemble, préparés à partir des céréales de base et sont peu supplémentés de sources protéique, vitaminique et minérale; cette situation est aggravée par le nombre insuffisant de repas et la quantité insuffisante d'aliments donnés par repas, ainsi que par la présence de maladie.

En raison des variables géographiques, écologiques et autres, les pratiques de sevrage sont nombreuses. La méthode d'alimentation avec l'« uji » est employée dans presque toutes les régions du pays. Certains enfants ne sont nourris qu'une ou deux fois par jour — une fréquence insuffisante pour les jeunes enfants en cours de développement. Il est impératif de découvrir des moyens d'augmenter le nombre de repas par jour d'un enfant.

Le moment choisi pour commencer le sevrage est extrêmement important. Selon le recensement de la population de 1978 en Tanzanie, le taux de mortalité infantile est d'environ 231/1 000. Les enfants affaiblis par la maladie souffrent non seulement d'un manque d'énergie, mais ils ont également du mal à bien travailler à l'école. La question de la densité énergétique doit également être traitée à cet atelier: il s'agit d'un des principaux facteurs limitant l'alimentation des enfants dans la plupart des pays en développement. Le plus souvent, les enfants reçoivent des aliments de faible valeur énergétique (gros volume alimentaire). Le problème du gros volume alimentaire des repas des enfants est discuté dans la section suivante.

L'utilisation d'additifs

L'addition de matières grasses, d'huiles ou de sucre a un certain effet sur la consistance des aliments. Il a été trouvé que les matières grasses et les huiles exerçaient un double effet sur le volume du régime. D'abord, elles réduisent la viscosité d'un gel en interférant avec la formation du réseau de gélose. Deuxièmement, les matières grasses ont une plus grande densité énergétique: 1 g de matières grasses produit 9 kcal, tandis que les hydrates de carbone produisent environ 4,2 kcal/g (Cameron et Hofvander 1983). En outre, les matières grasses, à la différence de l'amidon, ne se fixent pas à l'eau pendant la préparation de la bouillie. Dans le cas d'une bouillie préparée, la densité des matières grasses est dix à 15 fois plus grande que celle de l'amidon (Svanberg 1985). Le sucre a également prouvé sa capacité de réduire la viscosité de la gélose. Bien que les matières grasses et le sucre soient excellents pour réduire le gros volume alimentaire, les prix de ces deux produits sont extrêmement élevés en Tanzanie.

La fermentation

En raison de leurs nombreuses tâches, la plupart des mères n'ont pas le temps de nourrir leurs enfants aussi fréquemment qu'elles devraient le faire. Elles réussissent à les nourrir au plus trois fois par jour. La fermentation des aliments peut toutefois rendre possible l'augmentation du nombre des repas; la fermentation des céréales décompose la structure de l'amidon et réduit la capacité de fixation de l'eau du gruau ou «uji»; comme résultat, les aliments fermentés se conservent relativement longtemps, ils n'exigent pas d'être recuits, et peuvent être servis n'importe où. Les Waarusha, les Wamasai et les Wameru du nord de la Tanzanie donnent à manger à leurs enfants des denrées fermentées appelées «loshoro» — un mélange d'aliments liquides à base de maïs décortiqué bien cuit, de lait frais, de bananes et d'une petite quantité de lait fermenté. Le «loshoro» peut durer deux à trois jours sans se gâter et il n'est pas nécessaire de le recuire; les mères peuvent donc nourrir leurs enfants autant de fois par jour qu'elles le désirent. Ces bons exemples devraient être imités et améliorés.

La fermentation des céréales employée dans l'alimentation des enfants

devient de moins en moins courante dans de nombreuses tribus de la Tanzanie. Un certain nombre d'entre elles préparaient traditionnellement le « togwa » — une bouillie fermentée à base de farine de céréale et servie sous forme de boisson aux enfants et aux adultes. Cette bonne pratique est progressivement en train de disparaître; il est nécessaire de la raviver avant qu'elle ne disparaisse complètement. Aujourd'hui, la fermentation des céréales en Tanzanie est pratiquée principalement dans la fabrication de la bière locale.

Méthodologie

Étant donné que le sorgho supporte bien la sécheresse et qu'il est déjà largement utilisé dans la germination (principalement pour la fabrication de bière au niveau local), il s'agit de la principale céréale comprise dans cette étude. Une variété de sorgho traditionnel et l'une des variétés améliorées de sorgho blanc (pauvre en tanins) ont été utilisées dans cette étude; les autres étaient les types de sorgho brun (riches en tanins). Leurs noms génériques respectifs sont « Lugugu » pour le sorgho blanc traditionnel (local) et « Udo Msonga » pour le sorgho brun traditionnel, et « ET-35 » et « 5DX 135/13/3/1 » pour les variétés améliorées de sorgho blanc et brun respectivement. En plus des variétés de sorgho, un maïs (composé blanc d'Ilonga) — variété de maïs blanc « dur » — a également été étudié.

Dans la présente étude, toutes les farines de sorgho et de maïs utilisées pour préparer les gruaux ont été broyées (grains entiers) dans un laminoir à tôle de laboratoire (filtrées à 80% dans un tamis à mailles 60, soit avant, soit après la germination).

La germination

En Tanzanie, les procédés traditionnels de germination au niveau des villages ont été adaptés à des conditions de laboratoire de la manière suivante: les graines ont été mises à tremper dans de l'éthanol à 70% pendant deux minutes pour empêcher le développement de micro-organismes; elles ont ensuite été mises à tremper dans la même quantité d'eau et laissées dans l'obscurité pendant 12 à 20 heures. Après avoir été lavées dans de l'eau distillée, les graines sont étalées en couche d'un centimètre d'épaisseur entre des tissus de coton mouillés et laissées germer pendant 48 heures à la température ambiante (20°C). Les graines germées sont ensuite séchées sur une plaque dans un courant d'air à 50°C pour être ensuite broyées, avec leur partie végétative, dans le moulin du laboratoire.

Dans la germination traditionnelle, le grain est bien lavé, mis à tremper dans l'eau excédentaire pendant la nuit et lavé de nouveau. Le grain trempé est étalé en une mince couche dans un sac de jute, placé à plat sur un plancher propre dans la maison et recouvert d'herbe pour rester dans l'obscurité. Le sac est aspergé d'eau quotidiennement pour permettre à la germination de

se poursuivre pendant deux jours. La farine de céréale germée a été appelée « power flower » (farine énergétique — FE) par l'auteur.

La préparation des gruaux et la mesure de la viscosité

La farine et de l'eau distillée ont été mélangées dans un bécher de verre et chauffées dans un bain d'eau bouillante jusqu'à obtention d'une température de cuisson de 95°C en sept à dix minutes; le mélange a été ensuite refroidi à la température ambiante. Les gruaux ont été préparés avec des farines germées et non germées, ou avec de la farine non germée mélangée avec 5 à 10 % de farine germée (ajoutée avant ou après la cuisson).

La viscosité des gruaux a été mesurée au moyen d'un modèle RV1 Haake Rotovisco ayant un système de mesure étalonné SCII et une vitesse de rotation de 54 tpm. La température des mélanges a été maintenue à 40°C pour permettre d'établir des comparaisons entre les différents types de gruaux. Des températures plus basses sont couramment utilisées pour alimenter les nourrissons, ce qui entraîne généralement une plus grande viscosité. Les mesures de la viscosité des aliments préparés au niveau ménager ont été prises au moyen d'un viscosimètre Brookfield.

L'adoption de la farine de céréales germées

En 1983, un groupe de savants sous la direction du Dr Alexander Mosha du Tanzania Food and Nutrition Centre (TFNC) a effectué une étude sur la farine de céréales germées au village de Luganga dans la région d'Iringa. De nombreuses tribus tanzaniennes ont recours à la germination des céréales pour fabriquer la bière locale; sous cet aspect, pour de nombreuses mères, le processus de germination n'était pas nouveau. Il s'agissait toutefois d'un nouveau concept lorsqu'il s'appliquait à la germination des céréales pour préparer des bouillies.

L'objectif de cette étude, tel qu'exprimé par Mosha (1985), était de déterminer l'acceptabilité, par les mères, de l'« uji » moins volumineux, leur désir d'utiliser cette technique ainsi que l'apport réel fourni par cette bouillie aux jeunes enfants. Dans le présent document, nous exposons la méthodologie générale employée pendant l'étude ainsi que la propagande pour l'usage de la FE dans d'autres régions du pays. Pour faire cet exercice, 40 familles ont été choisies au hasard. Ces familles représentaient toutes les cellules administratives du village. Dans chaque famille sélectionnée, des jeunes enfants ont été choisis et leurs poids ont été enregistrés chaque mois sur une période de dix mois.

La bouillie traitée avec la FE a été servie aux mères avant d'être donnée aux enfants; étant donné que les jeunes enfants mangent généralement ce que

mange leur mère, il a été jugé opportun de tester son acceptabilité sous cet aspect. La bouillie contenant 20% de farine a été cuite pendant 30 minutes, refroidie à 40°C, réduite en volume par l'addition de farine germée et servie aux mères. Il a été demandé à celles-ci d'enregistrer leurs réactions sur une grille de cotation hédonique. Les paramètres considérés étaient l'odeur, la couleur, la saveur, la texture et leur empressement à donner à manger ce genre d'aliments à leurs enfants. L'échelle allait de 5 (très bon) à 1 (très mauvais), comme on l'a décrite dans la norme indienne (Indian Standard) de 1972 (Mosha 1985). Le groupe de recherche a interrogé les mères qui ne savaient ni lire ni écrire et les a aidées à inscrire les cotes. L'acceptation et l'usage de la FE par la famille ont été enregistrés par les mères qui ont participé à l'étude de l'apport alimentaire; cette étude s'est poursuivie pendant trois mois.

Résultats et discussion

La Figure 1 montre les viscosités des gruaux préparés à partir de différentes quantités de farines germées et non germées (5 à 25% sont comptés comme matière sèche). Toutes les farines non germées avaient des viscosités aux concentrations très semblables; une consistance convenable pour les jeunes enfants (1000–3000 cP) est obtenue avec des gruaux contenant environ 10% de farine.

De grandes différences ont été observées entre les farines germées des variétés étudiées. Dans le cas de la variété améliorée de sorgho blanc et du maïs, il est possible d'augmenter considérablement la quantité de farine dans les gruaux (deux à trois fois) avant que la viscosité devienne inacceptablement élevée. C'est évidemment un résultat de la dégradation de l'amidon provoquée par l'action des alpha et bêta-amylases qui se développent pendant le processus de germination.

Toutefois, dans le cas de la variété améliorée de sorgho brun, une germination de 48 heures n'a pas donné d'effet observable sur la relation entre la concentration et la viscosité. L'activité amylolytique s'est visiblement développée plus lentement dans la variété de sorgho riche en tanins. Cela peut s'expliquer par l'effet inhibiteur exercé par les tanins sur l'activité des enzymes amylolytiques de la graine (Ljungquist et al. 1981).

La Figure 2 montre de quelle manière les viscosités des gruaux épais refroidis à 40°C après la cuisson sont influencées par l'addition de farine germée. Avant cette addition, les gruaux de farine préparés à partir des sorghos non germés (15% de matière sèche) avaient des viscosités allant de 9000 à 16000 cps à 40°C; ces chiffres représentent des consistances très épaisses. Avec l'addition d'une petite quantité de farine germée de la variété de sorgho blanc (faible teneur en tanins), la viscosité diminue en cinq minutes pour atteindre moins de 1000 cps; cela représente une consistance semi-liquide, qui convient à l'alimentation des enfants. Pour obtenir cet effet, il a suffi

d'une addition de 5 % seulement (fondée sur la quantité totale de farine) de farine germée. Le même effet a été observé lorsque de la farine de maïs germé a été ajoutée à du gruau de farine de maïs non germé.

Pour déterminer la sensibilité à la chaleur des enzymes amylolytiques dans les farines germées, des adjonctions ont été faites à différentes températures. La Figure 3 montre que l'adjonction de farine germée peut se faire à n'importe quelle température entre 20 et 70°C pour donner le même effet de réduction de la viscosité décrit plus tôt avec une température de 40°C. Au-dessus de 70°C, les enzymes semblent être inactivées par la chaleur. Une certaine activité (40 %) est toutefois observable, même à 90°C.

La farine germée des variétés de sorgho blanc (faible teneur en tanins) qui a été préparée dans les villages a également été testée lors de cette expérience, et elle a donné les mêmes résultats que la farine germée en laboratoire décrite plus tôt. Toutefois, dans ce cas, certaines graines recouvertes de moisissures ont été observées et, dans les applications pratiques, elles doivent être retirées pour éviter les risques posés par les mycotoxines. Lorsque la qualité microbiologique de la farine germée ajoutée est douteuse, on peut faire réchauffer le gruau jusqu'à la température d'ébullition, après avoir alloué un certain temps pour permettre à l'activité enzymatique de se développer. Cela n'influera pas sur la viscosité mais détruira l'action du cyanure (Brandtzaeg et al. 1981).

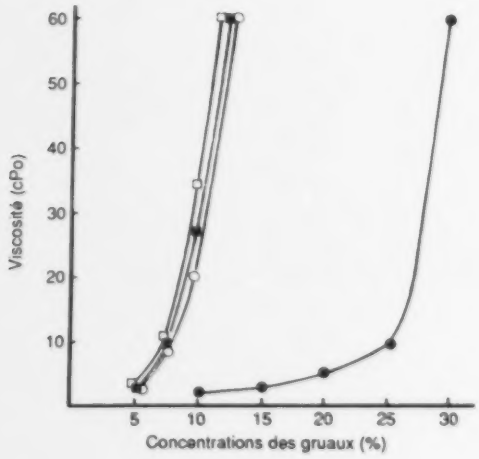

Fig. 1. Courbes de viscosité de gruaux de farines de céréales germées et non germées de diverses concentrations. (□) 5DX, non germée ; (■) 5DX, germée ; (○) ET-35, non germée ; et (●) ET-35, germée.

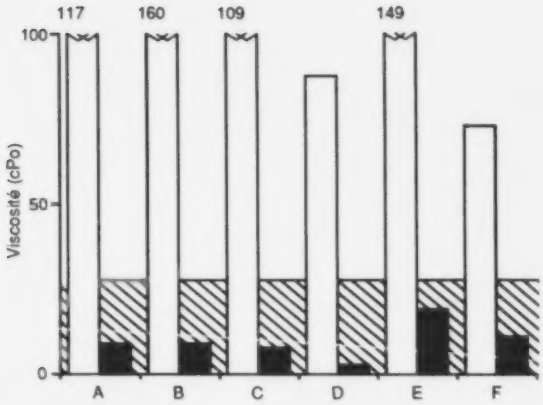

Fig. 2. Viscosité des gruaux avec de la farine non germée, concentration de 15 % à 40°C (□); après l'addition de farine germée à 40°C et viscosité mesurée au bout de 10 minutes (■); consistance bonne pour la consommation par les enfants d'un à trois ans (◘). A, sorgho blanc non germé local; B, sorgho blanc non germé, amélioré; C, sorgho brun non germé, local + sorgho blanc germé, local; D, sorgho brun non germé, amélioré + sorgho blanc germé, local; E, maïs non germé, local; F, manioc non germé, séché au soleil + maïs germé.

La Figure 4 montre que lorsque de la farine germée a été ajoutée à de la farine non germée juste avant de cuire le gruau, aucun effet de réduction de la viscosité n'a pu être observé. Dans ce cas, 10 % de farine de sorgho blanc germé ont été ajoutés.

La Figure 4 montre également l'effet obtenu lorsqu'on laisse séjourner dans l'eau pendant la nuit les mélanges de farines germées et non germées (90:10) avant la cuisson. Là, l'activité amylolytique des sorghos germés était clairement efficace. Les gruaux préparés à partir de ces mélanges de farine trempées avaient des viscosités remarquablement réduites, mesurées à 40°C. Lorsqu'on envisage d'utiliser cette méthode permettant de produire des gruaux de faible densité, il devient important de choisir des variétés qui donneront l'effet désiré. Aucune réduction de la viscosité n'a été observée lorsque seulement de la farine non germée a séjourné dans l'eau pendant la nuit avant la cuisson dans des conditions de laboratoire habituelles.

Les mères ont accepté avec empressement la bouillie de volume réduit. En moyenne, près de 30 % des mères ont indiqué qu'elles utilisaient de la FE presque chaque fois qu'elles préparaient des produits de sevrage; les autres utilisaient de la FE de 25 à 50 % du temps.

Dans les études comparatives de l'apport alimentaire des bouillies avec ou sans FE chez les enfants, la méthode suivante a été suivie une fois par mois: le premier jour, les enfants recevaient de la bouillie contenant 5 % de farine; le deuxième jour, ils recevaient de la bouillie contenant 20 % de farine mais

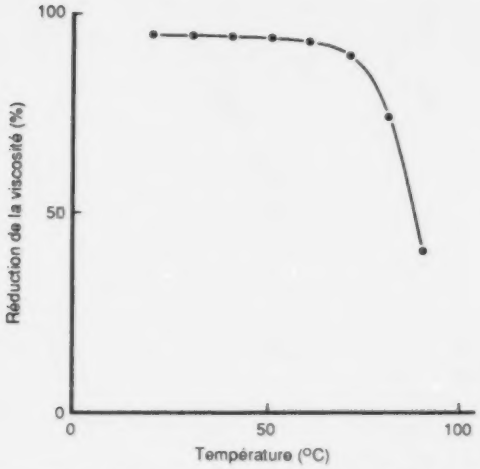

Fig. 3. Réduction de la viscosité par l'addition de farine germée dans les gruaux de farine non germée (concentration de 15 % à diverses températures).

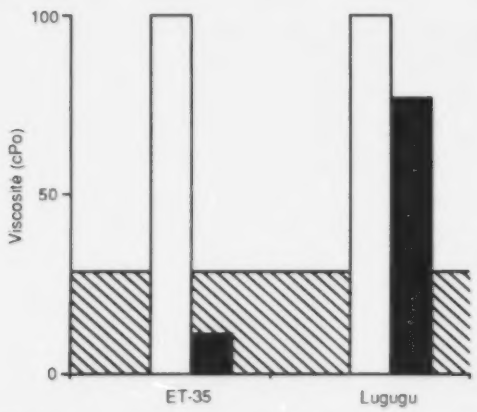

Fig. 4. Viscosité des gruaux de sorgho auxquels de la farine germée a été ajoutée juste avant la cuisson (□) et après avoir trempé toute la nuit avant la cuisson (■). Consistance acceptable pour la consommation par des enfants d'un à trois ans (⊡).

sans FE ; et le troisième jour, ils recevaient de la bouillie contenant 20 % de farine traitée avec la FE.

Dans l'ensemble, les apports alimentaires individuels variaient grandement dans les différents groupes d'âge. La gamme des apports alimentaires moyens par repas pour les enfants de 12 à 24 mois (l'âge critique pendant le sevrage) variait de 277 ± 93 g avec la bouillie sans FE contenant 20 % de matières

solides à 347±94 g avec la bouillie de volume réduit (Mosha 1985). Autrement dit, l'apport de la bouillie traitée à la FE était de 25% supérieur à celui de la bouillie très ferme à la même concentration. Aucune différence importante entre l'apport de la bouillie très claire (contenant 5% de matières solides) et celui de la bouillie traitée avec la FE (contenant 20% de matières solides) n'a été constatée.

Les travaux sur les lieux

L'acceptabilité de la bouillie de maïs blanc de volume réduit, délayée par l'addition de FE a été testée auprès de huit mères. Les paramètres utilisés étaient la couleur, l'odeur, la saveur, la texture et le désir de donner à manger cette bouillie à leurs enfants. Les cotes étaient en moyenne «très bon», indiquant une acceptabilité favorable.

L'adoption de la FE par les mères de 40 familles au cours d'un essai d'une durée de trois mois est résumée dans le Tableau 1. Le groupe qui utilisait de la FE «chaque fois qu'un produit de sevrage était préparé» a doublé. La proportion de celles qui l'utilise 25% du temps ou plus a augmenté de 48 à 86%. Ces résultats ont été plus tard utilisés comme base d'une campagne régionale tendant à encourager l'utilisation de gruaux de volume réduit.

Le Tableau 2 résume l'effet de la FE de maïs sur la viscosité des gruaux préparés par les mères, qui utilisèrent de la farine de maïs habituelle et 5% de farine d'arachide. Le gruau traité était en moyenne 40 fois moins épais que le gruau témoin; il permet une meilleure ingestion et fournit un plus grand apport nutritif, ce qui va dans le sens d'autres recherches utilisant le sorgho et l'éleusine (Hellström et al. 1981; Mosha et Svanberg 1983; Mosha 1984).

L'apport alimentaire chez les enfants d'âge préscolaire n'a été étudié qu'auprès de 18 enfants, âgés de 12 à 48 mois (la période où la malnutrition atteint généralement son maximum); 50% des enfants consommaient par repas, en moyenne, 440 g de bouillie peu épaisse contenant 5% de matières solides; 50% du groupe consommaient individuellement à chaque repas environ 390 g de bouillie liquide de volume réduit ayant 20% de matière solide;

Tableau 1. Adoption de la «farine énergétique» (FE) par les mères dans la préparation des produits de sevrage en 1983 (%).

Usage de FE	Avril	Mai	Juillet
Presque chaque fois	12,5	17,5	27,5
50% du temps	15,0	15,0	22,5
25% du temps	20,0	25,0	35,0
Plusieurs fois	35,0	30,0	10,0
Ne se rappelle pas	17,5	12,5	5,0
Total	100,0	100,0	100,0

Tableau 2. Effet de l'addition de « farine énergétique » (FE) sur la viscosité des gruaux préparés par les mères à la maison (gruau de maïs plus 5 % d'arachides)

Taille de la famille	Viscosité des gruaux[a] familiaux (cPo x 1 000)		Température (°C)	Matières solides (% pds humide)
	Sans FE	Avec FE		
1	120,0	10,0	38	18
2	240,0	5,0	50	23
3	280,0	7,0	43	25
4	170,0	4,0	42	18
5	80,0	1,5	38	15

[a] La viscosité des échantillons avec FE a été enregistrée à une température d'environ 2°C inférieure à celle de l'échantillon sans FE. Une vitesse d'axe de 2 tpm a été utilisée dans toutes les déterminations.

les enfants consommaient individuellement 220 g de bouillie épaisse non traitée ayant 20 % de matières solides. Cela indique qu'en termes réels, l'ingestion de produits nutritifs était quatre fois plus grande avec la bouillie de volume réduit qu'avec le gruau clair non traité, et deux fois plus grande qu'avec la bouillie épaisse non traitée. Les quantités se situent dans la gamme des résultats rapportés par d'autres recherches sur les jeunes enfants (Ljungqvist et al. 1981; Mosha et Svanberg 1983).

Au bout de dix mois d'étude à Luganga, en décembre 1983, un programme commun d'aide alimentaire a été lancé à Iringa par l'UNICEF et l'OMS en collaboration avec le gouvernement de la Tanzanie. Ce programme avait été précédé d'une campagne massive qui touchait 168 villages et environ 600 000 enfants de moins de cinq ans. La campagne était centrée principalement sur quatre aspects importants de la survie et du développement des enfants: le contrôle de la croissance, la thérapie de réhydratation orale, l'alimentation au sein et les produits de sevrage et l'immunisation. Ces quatre aspects ont été appelés GOBI acronyme tiré des mots anglais growth, oral, breast et immunization. En ce qui a trait à l'alimentation au sein et aux aliments de sevrage, six pratiques ont été préconisées:

- alimenter l'enfant au sein sur une longue période (au moins un an et demi);
- augmenter la fréquence des repas;
- préparer des aliments de haute densité (bouillie épaisse) dont l'épaisseur est ensuite réduite par l'usage de FE;
- utiliser des multimélanges aux fins de supplémentation alimentaire;
- donner suffisamment à manger à chaque repas;

- maintenir de bonnes conditions d'hygiène pendant la préparation de la nourriture ainsi que pendant les repas.

La réponse en terme d'empressement à utiliser la FE a été très positive. Comme on l'a déjà mentionné, bien que la plupart des mères sachent déjà comment préparer les céréales germées aux fins de fabrication de la bière, elles ne savaient pas comment utiliser la FE pour diluer la bouillie épaisse. Toutefois, étant donné que ce procédé n'est pas difficile à employer, elles l'ont facilement adopté.

Pendant la campagne menée dans chacun des 168 villages, les enfants souffrant d'une grave sous-alimentation ont été identifiés; il a ensuite été demandé à leurs parents de les amener chaque jour dans un centre d'alimentation. Dans ces centres, les enfants ont reçu des bouillies épaisses, délayées avec de la FE. Les mères nourrissaient leurs enfants avec l'aide quotidienne des travailleurs de la santé du village.

Dans la région d'Iringa, l'usage de la FE ainsi que l'application d'autres programmes de nutrition, ont eu un effet important: le taux de mortalité infantile a été réduit de 152/1 000 à 107/1 000 dès 1986. Le projet a aussi été étendu à Mtwara, Ruvuma, Morogoro, Singida, Kilimanjaro, Arusha et Kagera — sept régions sur les 20, et il est toujours en cours. Plus de 20 programmes radiophoniques ont été diffusés concernant l'usage de la farine de céréales germées.

Conclusions

D'autres chercheurs ont rapporté la capacité des céréales germées à réduire la viscosité des gruaux destinés à nourrir les nourrissons et les petits enfants (Hellström et al. 1981; Mosha 1983); cette capacité est également reconnue dans un certain nombre de collectivités traditionnelles. Considérant le fait que la technologie et les matières premières sont courantes dans la plupart des villages, on peut se demander pourquoi cette pratique bénéfique n'est pas plus répandue. Le fait que cette opération exige beaucoup de temps peut fournir une réponse; étant donné que les femmes sont déjà surchargées de travail, des tâches nouvelles et longues peuvent être difficilement acceptées. Toutefois, la méthode proposée d'utiliser de la farine germée en tant qu'additif pour liquéfier le gruau de sevrage peut toujours constituer une option viable; la farine germée exige une préparation moins fréquente et de petites portions peuvent être mises de côté au moment de la fabrication de la bière locale.

Remerciements

Cette étude a été financée grâce à des subventions de l'Agence suédoise pour la recherche en collaboration avec les pays en développement (SAREC) et elle a été supervisée par Ulf Svanberg, Département de biochimie médicale,

Université de Göteborg, Suède, et par le Professeur A. Haq, de l'Université d'agriculture de Sokoine, Morogoro, Tanzanie.

Bibliographie

Anon. 1970. Nutritional problems in the weaning period. Journal of Tropical Pediatrics, 16, 211.

Brandzaeg, B. 1979. Nutritional and technological evaluation of malted flours from ragi, sorghum, and green gram for local processing of supplementary and weaning foods. Report to the World Hunger Programme, Post-Harvest Food Conservation and Processing, Université des Nations Unies, Tokyo, Japon.

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies on malted flour from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Dada, L.O., Dendy, D.A.V. 1987. Preliminary study of the effect ofvarious processing techniques on the cyanide content of germinated sorghum. Tropical Science, 27(2):101-104.

Hellström, A., Hermansson, A.M., Karlsson, A., Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. II. Consistency as related to dietary bulk — A model study. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 127-135.

Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 69.

Mosha, A.C. 1984. Nutrition evaluation of sorghum as affected by germination with main reference to dietary bulk and protein quality. Sokoine University of Agriculture, Tanzanie. Thèse de doctorat.

_____ 1985. Weaning foods with particular emphasis on dietary bulk. Keynote Address to an International Workshop on Dietary Bulk, Iringa, Tanzania. UNICEF, New York, NY, ÉU, and Swedish International Development Authority, Stockholm, Suède.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food Nutrition Bulletin, 5(2), 10-14.

Orr, E. 1972. The use of protein-rich foods for the relief of malnutrition in developing countries: an analysis of experience. Tropical Products Institute, Londres, R-U.

Svanberg, U. 1985. Reducing dietary bulk in weaning foods. Paper presented at the International Workshop on Dietary Bulk, UNICEF, New York, NY, ÉU, and Swedish International Development Authority, Stockholm, Suède.

TFNC (Tanzania Food and Nutrition Centre). 1087. Food and nutrition in Tanzania. TFNC, Dar es Salaam, Tanzanie. Rapport sur l'alimentation et la nutrition en Tanzanie.

UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance). 1985. Analysis of the situation of children and women and priorities for child survival and development. UNICEF, Dar es Salaam, Tanzanie.

Les modes d'alimentation des enfants en Tanzanie: fréquence des repas et volume alimentaire

Zohra Lukmanji[1], Bjorn Ljungqvist[2], Fred Hedqvist[2] et Charles Elisonguo[2]

[1]Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar Es Salaam, Tanzanie; [2]Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), BP 4076, Dar Es Salaam, Tanzanie

Résumé *Le présent document examine les données des études sur l'apport alimentaire chez les jeunes enfants de Tanzanie. Cet examen avait pour but d'évaluer l'importance relative de facteurs comme la fréquence des repas et le type d'aliments, quant à la satisfaction des besoins alimentaires. L'analyse montre que la fréquence des repas est le facteur le plus important dans la détermination de la teneur énergétique appropriée des régimes alimentaires. La bouillie très ferme (« ugali ») semble offrir des avantages aux enfants de moins de 24 mois que n'offrent pas les repas à base de riz ou de tubercules. Deux essais d'alimentation distincts fournissent la preuve du potentiel des céréales germées pour augmenter l'apport alimentaire et, par là même, l'apport énergétique des bouillies de consistance moelleuse chez les jeunes enfants en bonne santé ainsi que chez les jeunes enfants malades.*

En Tanzanie, la malnutrition protéocalorique (MPC) pose un problème de santé, et constitue l'une des causes directes des taux élevés observés de mortalité des nourrissons et des enfants (UNICEF 1985). Certaines données montrent que de 40 à 60% des enfants de moins de cinq ans ont pour leur âge un poids inférieur à 80% de la norme de Harvard; de 4 à 6% ont un poids inférieur de 60% à cette même norme (UNICEF 1985).

La principale raison diététique de ces taux élevés de MPC en Tanzanie est l'apport insuffisant de «nourriture totale» ou d'énergie; il a été trouvé que la teneur nutritive par unité calorique était généralement satisfaisante (Sheshamani 1981; Lukmanji 1985). Les trois facteurs suivants ont été observés par Ljungqvist (1988) et jugés déterminants du faible apport alimentaire total:

- le petit nombre des repas aux étapes du sevrage et du post sevrage;
- une thérapie alimentaire insuffisante pendant et immédiatement après les maladies bénignes et sévères qui surviennent fréquemment;

- la faible densité énergétique du régime due au gros volume alimentaire.

Le petit nombre des repas est principalement dû au fait que les femmes sont surchargées de travail; il leur reste peu de temps pour préparer la nourriture et nourrir les enfants. Dans de nombreux cas, une pénurie d'aliments et de combustible ainsi que l'absence d'installations convenant à la préparation des aliments dans les familles aggravent ce problème.

Les contraintes exercées sur le temps des femmes leur rendent également difficile d'alimenter les enfants malades et d'en prendre soin convenablement, un point auquel les travailleurs de la santé et les personnes qui s'occupent des enfants devraient être sensibilisés ou accorder davantage d'attention, sinon toutes les potentialités de l'apport alimentaire pendant la maladie et la convalescence ne seront pas réalisées.

La faible densité énergétique du régime est due à la haute teneur en amidon des aliments consommés. La quantité de matières grasses ou d'aliments d'origine animale dans le régime des enfants est généralement très faible. Comme résultat, les produits donnés aux enfants sont très volumineux (Ljungqvist et al. 1981); cela signifie que même s'ils ont bien rempli leur estomac, les enfants auront consommé très peu de calories alimentaires à chaque repas. L'usage de céréales germées a récemment attiré l'attention à titre de moyen pour résoudre le problème du volume des aliments donnés aux enfants (UNICEF 1987). Cette technique pourrait offrir un grand potentiel à l'égard de la situation qui règne en Tanzanie; la germination des céréales est déjà largement pratiquée dans tout le pays, habituellement dans la préparation de la bière locale; dans certains cas, ces céréales germées sont également utilisées dans l'alimentation des enfants.

Méthodologie

Examen des études de l'apport alimentaire chez les enfants

Un certain nombre d'études de l'apport alimentaire chez les jeunes enfants a été effectué en Tanzanie. Les résultats de ces études sont généralement présentés uniquement en fonction des apports quotidiens totaux en énergie et éléments nutritifs. Cela rend difficile l'évaluation de l'importance relative de la fréquence des repas, du volume alimentaire, de la composition des aliments et d'autres facteurs d'alimentation par rapport à une alimentation totale convenable. Toutefois, en ce qui concerne certaines de ces études, les données originelles étaient disponibles dans les archives du Tanzania Food and Nutrition Centre; ce qui a permis de faire une analyse plus détaillée des facteurs susmentionnés.

Les études choisies pour analyse employaient toutes une méthodologie « de peser et noter », selon laquelle les poids suivants ont été rapportés: celui des matières premières du plat préparé pour l'enfant ou pour toute la famille; celui des quantités totales préparées de chaque plat du repas; et celui de la quantité réelle de chaque plat consommé par l'enfant.

Les teneurs calorique, protéique et lipidique totales des repas ainsi que l'apport de ces éléments nutritifs chez l'enfant ont ensuite été calculés en utilisant des tableaux alimentaires (Platt 1962). D'autres données pertinentes ont été recueillies, comme l'âge et le sexe de l'enfant et le type de repas (petit déjeuner, repas de midi, repas du soir ou collation).

Les études initialement enregistrées dans le système ont toutes été effectuées dans des familles villageoises. Les enfants ont été suivis pendant trois à quatre jours par un recenseur qui est demeuré avec la famille toute la journée. Les études se rapportaient aux régions d'Iringa, de Mbeya et de Morogoro, et portaient sur 100 enfants de moins de cinq ans. Elles ont duré 254 jours au cours desquels les données de 445 repas individuels ont été compilées.

Les essais des apports alimentaires dans la collectivité

Les essais relatifs à l'alimentation des enfants ont été effectués dans deux endroits (village d'Ifupira et Stone Valley Tea Estate) dans la région d'Iringa au même moment où était menée l'enquête sur le régime « peser et noter » au niveau des familles. Les enfants ont été rassemblés aux lieux d'essai et il leur a été donné à manger différentes formules de bouillies. Les essais étaient, à l'origine, conçus pour les enfants de 12 à 36 mois; cependant, comme leurs frères et soeurs plus jeunes et plus âgés étaient venus avec eux ils ont alors été inclus dans les essais. Dans le village d'Ifupira, l'essai a duré trois jours et un jour à Stone Valley. Bien que l'on s'attendait à la participation quotidienne de 75 enfants pendant trois jours, seulement 17 à 28 enfants se sont présentés pour l'essai au village d'Ifupira. Les deux premiers jours, ces enfants ont été répartis dans deux groupes, un groupe recevant de la bouillie de maïs ordinaire et l'autre de la bouillie de maïs additionnée de farine germée. Le troisième jour, tous les enfants ont reçu de la bouillie de maïs de consistance très ferme (« ugali ») avec un condiment.

Soixante-neuf enfants ont participé à l'essai de Stone Valley. Ils ont été répartis au hasard en trois groupes, et chaque groupe a reçu soit de la bouillie liquide soit de la bouillie très épaisse; le premier groupe a reçu de la bouillie de maïs; le deuxième groupe, de la bouillie de maïs avec de la farine germée et le troisième groupe de la bouillie de maïs épaisse avec un condiment. La composition de la bouillie de maïs sans farine germée était la suivante: farine de maïs (70 g/enfant); sucre (20 g/enfant); arachides (10 g/enfant); et eau (800 mL/enfant). La bouillie de maïs avec de la farine germée comprenait les ingrédients suivants: farine de maïs (70 g/enfant); sucre (20 g/enfant); arachides (10 g/enfant); eau (400 mL/enfant); et farine de millet germé (5 à 10 g/enfant). La farine germée a été additionnée une fois que la bouillie a été cuite et refroidie à une température convenant à la consommation, comme l'on décrit Mosha et Svanberg (1983). Avant de servir les deux bouillies, on s'est assuré que toutes deux aient la même consistance. La bouillie de maïs très épaisse consistait en farine de maïs (100 g/enfant) et eau (300 g/enfant). Environ 200 g de chaque bouillie ont été servis aux enfants. Tous les restes ou rations supplémentaires ont été pesés.

Environ 300 g de bouillie très épaisse («ugali») ont été servis avec un condiment préparé à partir de feuilles de citrouille, de tomates et d'oignon, ainsi qu'un peu d'huile. La contribution du condiment à l'apport énergétique et nutritif total n'a pas été enregistré; il était trop difficile de mesurer exactement quelle quantité en était consommée. Des études antérieures ont montré qu'en raison de la manière dont les enfants reçoivent à manger ce condiment, l'apport nutritif ou énergétique de celui-ci est très faible.

Résultats et discussion

Examen des études de l'apport alimentaire

Les données des études sur l'apport alimentaire seront examinées conformément au modèle proposé par Ljungqvist (1988). Ce modèle définit les apports nutritifs et énergétiques quotidiens des enfants en tant que fonctions des facteurs suivants: nombre de repas par jour, quantité de nourriture consommée par repas, densité énergétique/nutritive du repas préparé, et biodisponibilité des calories et des éléments nutritifs. Une évaluation des carences alimentaires en fonction de ces facteurs aidera à identifier les causes cruciales sous-jacentes des problèmes et dictera des mesures correctives.

Tableau 1. Nombre de repas par jour donnés aux enfants de différents âges. De 0 à 4 repas par jour.

Âge (mois)	Nombre de repas					Total
	0	1	2	3	4	
6–12	1	3	6			10 (2,2)[a]
13–24	2	20	71	4	3	100 (22,5)
25–36	–	19	113	23	–	156 (35,1)
37–60	–	32	135	12	–	179 (40,2)
Total	3 (0,8)	74 (16,6)	325 (73,0)	39 (8,8)	3 (0,8)	445 (100,0)

[a] Les chiffres entre parenthèses sont les pourcentages du total.

Tableau 2. Apports alimentaire et énergétique totaux par repas chez les enfants de différents âges (moyenne ± ÉT).

Âge (mois)	Apport alimentaire total (g/repas)	Apport énergétique total (kcal)	Nbre de repas
6–12	179 ± 96	288 ± 166	10
13–24	284 ± 183	330 ± 210	100
25–36	343 ± 168	406 ± 220	156
37–60	448 ± 233	520 ± 223	179

Le Tableau 1 montre le nombre de repas donnés par jour. La vaste majorité des enfants faisait deux repas par jour; un grand nombre n'en faisait qu'un. Aucune différence n'a été constatée dans la fréquence des repas entre les groupes d'âge. Trois enfants n'ont pas reçu de repas les jours étudiés; bien qu'il soit probable qu'ils aient été nourris au sein, les enregistrements ne fournissent pas d'information fiable à ce sujet.

À part les repas indiqués dans le Tableau 1, les collations données aux enfants entre les repas ont également été enregistrées. Toutefois, pendant les 254 jours où les prises alimentaires des enfants ont été enregistrées, on a noté que 17 collations, consistant principalement en maïs grillé ou en noix de cajou.

Le Tableau 2 montre la quantité moyenne de nourriture consommée par les enfants ainsi que l'apport énergétique fourni par chaque repas. Bien qu'il soit clair que la quantité de nourriture consommée et l'apport énergétique augmentent tous deux avec l'âge, on peut supposer que la quantité moyenne d'aliments consommés à chaque repas et les densités énergétiques correspondantes (Tableau 3) sont légèrement élevées.

Ce fait peut être attribué à des divergences attribuables à la méthodologie d'enquête même; étant donné qu'aucun tableau de composition des aliments n'était disponible dans le cas des aliments crus, les données obtenues sur l'apport fourni par les aliments cuits en pesant ceux-ci ont dû être converties en leur équivalent en aliments crus; certaines familles pensaient qu'en raison de l'enquête sur le régime alimentaire, elles devaient manger à heures fixes; et il était souvent difficile de peser les repas consommés le soir sous un éclairage insuffisant.

Le Tableau 3 donne les densités énergétiques des repas consommés par les enfants. Ces densités énergétiques étaient presque les mêmes pour tous les groupes d'âge; cela indique que des types de repas très semblables sont consommés pendant toute la durée de la petite enfance. Il arrive le plus souvent que les enfants consomment les mêmes aliments que les adultes. Les aliments consommés par les plus jeunes enfants (six à 12 mois) présentaient une grande valeur calorique; cela peut être dû au fait que ces repas étaient, dans certains cas, riches en matières grasses.

Le Tableau 4 montre les apports énergétiques quotidiens totaux chez les enfants étudiés. Dans tous les groupes d'âge, l'apport énergétique observé est bien au-dessous de celui de la ration recommandée. Malheureusement, les enregistrements des études ne présentaient aucune information fiable sur l'allaitement maternel. D'autres études effectuées dans des conditions semblables ont montré que 80 à 90% des enfants cessent d'être alimentés au sein lorsqu'ils ont de 12 à 24 mois. Cela signifie probablement que lorsque l'alimentation au sein prend fin, il se produira une brusque réduction de l'apport énergétique.

Le Tableau 5 montre l'apport énergétique quotidien total par rapport à la fréquence des repas. Le Tableau 6 montre la quantité d'aliments consommés par repas, par rapport à la fréquence des repas. D'après ces tableaux, il est

Tableau 3. Densité énergétique des repas des enfants de différents âges (moyenne ± ÉT).

Âge (mois)	Densité énergétique (kcal/g d'aliments préparés)	Nombre de repas
6–12	1,40 ± 0,64	10
13–24	1,19 ± 0,40	100
25–36	1,29 ± 0,34	156
37–60	1,22 ± 0,29	179

Tableau 4. Apport énergétique quotidien total (moyenne ± ÉT) des enfants de différents âges.

Âge (mois)	Apport énergétique total (kcal/jour)	Nombre de jours
6–12	479 ± 185	6
13–24	523 ± 463	29
25–36	665 ± 397	50
37–60	833 ± 393	169
Total		254

clair que la quantité consommée à chaque repas n'est pas très différente avec un ou deux repas. Certaines preuves indiquent que les enfants de 25 à 60 mois peuvent compenser en mangeant davantage lorsqu'ils font moins de repas. Toutefois, en règle générale, l'apport quotidien total est en rapport étroit avec le nombre de repas consommés. On peut conclure que dans les circonstances données, la fréquence des repas est de loin le facteur le plus important dans la détermination de l'apport énergétique suffisant.

Nous allons maintenant voir en plus de détails les types de régimes suivis par rapport aux apports énergétiques totaux chez les enfants. Les repas donnés aux enfants ont été classés en fonction de leur consistance : « solide » (riz et tubercules), « semi-solide » (bouillie épaisse ou « ugali ») et « liquide » (bouillie claire, lait et thé). Lorsque ces produits sont combinés, l'élément constitutif prédominant du repas (en terme de quantité) a été utilisé pour déterminer la classification.

Le Tableau 7 montre la densité énergétique des repas en fonction de la consistance. Il est clair qu'il n'existe qu'une faible différence entre les repas semi-solides et les repas solides; les repas liquides ont une densité énergétique bien plus faible.

Les Tableaux 8 et 9 donnent respectivement l'apport alimentaire total ainsi que l'apport énergétique total par repas composés d'aliments de différentes consistances. Il est intéressant de noter que par comparaison avec les repas de consistance « solide », les repas « semi-solides » fournissent au total un plus

Tableau 5. Apport énergétique quotidien total (kcal) chez les enfants, selon le nombre de repas par jour pendant 254 jours d'apport alimentaire (moyenne ± ÉT).

	Nombre de repas par jour		
Âge (mois)	1	2	3 + 4
6–12	427 ± 59 (3)[a]	532 ± 272 (3)	0
13–24	195 ± 253 (14)	768 ± 389 (13)	1236 ± 257 (20)
25–36	403 ± 203 (11)	734 ± 425 (34)	772 ± 310 (5)
37–60	513 ± 225 (53)	964 ± 345 (106)	1156 ± 530 (10)

[a] Le nombre de jours est donné entre parenthèses.

Tableau 6. Ration totale consommée par repas (g) par les enfants recevant différents nombres de repas par jour, pendant 254 jours de prise alimentaire (moyenne ± ÉT)

	Nombre de repas par jour		
Âge (mois)	1	2	3 + 4
6–12	233 ± 31	182 ± 63	0
13–24	220 ± 178	361 ± 198	372 ± 64
25–36	358 ± 151	306 ± 179	212 ± 73
37–60	449 ± 174	402 ± 173	357 ± 139

grand apport alimentaire et énergétique. La différence n'est importante que chez les enfants plus jeunes; ainsi, en ce qui concerne les enfants de six à 24 mois, il semble être nettement avantageux de leur donner une bouillie très épaisse (« ugali ») avec un condiment, plutôt que des repas à base de riz ou de tubercules. Les repas à consistance liquide fournissent bien moins d'énergie que les repas à consistance semi-solide ou solide.

La teneur en matières grasses des repas a également été analysée. Il a été trouvé que la vaste majorité des repas (89 %) ne contient presque pas de matières grasses. Seulement 6 % des repas contenaient des quantités importantes de matières grasses (10 g ou plus) sous forme de lait de noix de coco, de noix de cajou, de graines non traitées ou d'huile de cuisson.

La teneur protéique des repas, exprimée en pourcentage protéocalorique, est donnée au Tableau 10. L'énergie fournie par la protéine contenue dans les repas de consistance solide ou semi-solide était respectivement de 13,4 et 11 %. En ce qui concerne les repas à base de riz ou de tubercules, l'apport des condiments était plus grand, fournissant ainsi des protéines supplémentaires. Les repas liquides avaient un plus grand pourcentage protéocalorique (21,5); cela peut être dû au fait que le thé avec du lait était classé comme un repas liquide.

Tableau 7. Densité énergétique des aliments préparés pour des repas de différentes consistances (moyenne ± ÉT).

Consistance	Densité énergétique (kcal/g)
Solide	1,29 ± 0,38 (264)[a]
Semi-solide	1,14 ± 0,33 (167)
Liquide	0,28 ± 0,19 (8)

[a] Le nombre d'observations est donné entre parenthèses.

Tableau 8. Apport alimentaire total chez les enfants qui ont reçu des repas de différentes consistances (moyenne ± ÉT).

Âge (mois)	Solide	Semi-solide	Liquide
6–12	261 ± 162 (5)[a]	393 ± 62 (4)	– (0)
13–24	322 ± 209 (67)	388 ± 190 (29)	30 ± 18 (4)
25–36	423 ± 229 (96)	431 ± 194 (55)	138 ± 109 (3)
37–60	533 ± 244 (99)	508 ± 188 (79)	484 (1)

[a] Le nombre d'enfants étudiés est donné entre parenthèses.

Tableau 9. Apport énergétique total (kcal) chez les enfants qui ont reçu des repas de différentes consistances (moyenne ± ÉT).

Âge (mois)	Solide	Semi-solide	Liquide
6–12	187 ± 104 (5)[a]	214 ± 31 (4)	–
13–24	262 ± 188 (67)	343 ± 169 (29)	225 ± 61 (4)
25–36	330 ± 164 (96)	377 ± 171 (55)	265 ± 129 (3)
37–60	445 ± 275 (99)	456 ± 168 (79)	145 (1)

[a] Le nombre d'enfants étudiés est donné entre parenthèses.

Tableau 10. Teneur protéique par unité calorique des repas de différentes consistances, exprimée en pourcentage d'énergie fournie par les protéines (moyenne ± ÉT).

Consistance	Protéine/énergie (%)
Solide	13,4 ± 6,4 (264)[a]
Semi-solide	11,0 ± 3,5 (167)
Liquide	21,5 ± 39,8 (8)

[a] Nombre d'observations.

L'essai de l'apport alimentaire dans la collectivité

Les apports totaux enregistrés dans l'étude de l'alimentation infantile d'Ifupira et de Stone Valley sont résumés dans le Tableau 11 ci-dessous. Il est évident qu'il n'existe pas de différence importante entre l'apport que fournit une bouillie ordinaire et celui que fournit une bouillie à base de farine germée. L'apport de la bouillie très épaisse est toutefois supérieur dans tous les groupes d'âge.

Il est possible que la méthode d'alimentation selon laquelle on offrait aux enfants d'abord 300 g, puis 200 g d'aliments avait pour but de les inciter à finir ce qui leur était servi et à se sentir repus. Ce qui est aussi indiqué par le fait que beaucoup d'apports réels soient regroupés à ces quantités. Toutefois, en raison de la petite taille de l'échantillonnage et du fait qu'il n'a pas été tenu compte d'autres facteurs influant sur l'apport alimentaire d'un enfant, on ne peut tirer aucune conclusion pratique.

En ce qui concerne les deux groupes d'âge plus jeunes, les quantités consommées des trois préparations testées ont légèrement augmenté en fonction de l'âge. Aucune différence dans les apports alimentaires en fonction du sexe ou de l'état nutritionnel (poids pour l'âge) n'a été observée dans le cas d'aucune préparation ou d'aucun groupe d'âge.

Les apports protéocaloriques fournis par les mêmes repas sont donnés au Tableau 12. La concentration protéocalorique par unité de nourriture préparée est deux fois plus élevée dans la bouillie contenant de la farine germée que dans la bouillie non traitée. Étant donné une consommation égale des deux types de bouillie, les apports énergétiques et protidiques sont donc également deux fois plus élevés lorsque de la farine germée est utilisée ; les concentrations protéocaloriques de la bouillie épaisse sont même plus élevées que celles de la préparation avec de la farine germée ; en outre, des quantités plus grandes de bouillie épaisse ont été consommées. Les apports protéocaloriques de la bouillie épaisse étaient donc environ deux fois plus élevés que ceux de la bouillie ayant de la farine germée, et environ quatre fois autant que les bouillies ordinaires à base de maïs. Il est bon de noter que tous les enfants qui participaient à cette étude étaient apparemment en bonne santé, et qu'ils avaient l'habitude de manger des bouillies très épaisses avec des condiments.

Tableau 11. Apport moyen fourni aux enfants par trois différents types d'aliments à base de farine de maïs.

Âge (mois)	Bouillie ordinaire (g)	Bouillie avec farine germée (g)	Bouillie épaisse (g)
6–12	128 ± 55 (4)[a]	135 ± 84 (6)	185 ± 163 (2)
13–24	150 ± 85 (15)	166 ± 64 (15)	223 ± 80 (9)
25–36	151 ± 57 (11)	176 ± 65 (11)	300 ± 0 (8)
37–60	169 ± 67 (11)	172 ± 106 (14)	222 ± 92 (12)

[a] Nombre d'enfants.

Tableau 12. Apport protéocalorique moyen (kcal) chez les enfants qui recevaient trois différents types d'aliments à base de farine de maïs.

	Bouillie ordinaire		Bouillie avec farine germée		Bouille épaisse	
Âge (mois)	Calories (kcal)	Protéines (g)	Calories (kcal)	Protéines (g)	Calories (kcal)	Protéines (g)
6–12	54,6	1,0	114,7	2,0	200,4	4,8
13–24	64,0	1,2	141,0	2,5	248,2	5,8
25–36	65,0	1,2	150,0	2,6	334,0	8,0
37–60	72,0	1,3	154,7	2,7	247,0	5,8

Apport alimentaire chez les enfants hospitalisés

Les apports alimentaires chez les enfants hospitalisés sont donnés au Tableau 13. Les chercheurs ont étudié les enfants hospitalisés dans l'unité pédiatrique d'un hôpital de la région de Morogoro. Cette unité offre déjà un programme de repas de bouillies avec ou sans farine germée. Tous les jours, à huit heures du matin, les enfants reçoivent de la bouillie de maïs avec de la farine germée ajoutée après la cuisson, et à 11 heures, ils reçoivent de la bouillie à base de maïs avec du poisson séché et broyé. L'apport total dans un jour de consommation des deux types de bouillie a été pesé. Le matin du jour suivant, du sucre a été ajouté à la bouillie avec de la farine germée, pour vérifier si la saveur plus douce entraînerait une plus grande consommation.

La composition des trois types de bouillie est la suivante.

- Premier jour – Bouillie avec farine germée donnée à huit heures (30 g de farine de maïs/100 g de bouillie préparée, avec une petite quantité de farine germée ajoutée après la cuisson) (Mosha et Svanberg 1983).

- Premier jour – Bouillie avec poisson donnée à 11 heures (10 g de farine de maïs/100g de bouillie préparée; 5 g de poisson séché et broyé/100g de bouillie préparée).

Tableau 13. Apport alimentaire de trois types de bouillie à base de maïs chez les enfants hospitalisés (moyenne ± ÉT).

Âge (mois)	Bouillie avec farine germée (g)	Bouillie avec farine germée/sucre (g)	Bouillie avec poisson (g)
5–15	70 ± 45 (23)[a]	72 ± 41 (20)	81 ± 22 (19)
16–48	107 ± 45 (11)	95 ± 29 (8)	87 ± 19 (9)

[a] Le nombre d'enfants est donné entre parenthèses.

- Deuxième jour — Bouillie avec sucre donnée à 8 heures (30g de farine de maïs/100g de bouillie préparée; 7 g de sucre/100 g de bouillie préparée, avec une petite quantité de farine germée ajoutée après la cuisson).

Les trois bouillies avaient une consistance semblable lorsqu'elles ont été servies aux enfants.

Les ingrédients ont été pesés par l'infirmière du pavillon et deux mères ont fait cuire les bouillies sous la supervision des infirmières. Tous les enfants ont été pesés et leur condition clinique diagnostiquée par le pédiatre de service. Au total, 41 enfants ont été inclus dans l'étude. Toutefois, en raison du roulement (admission et sortie) des enfants dans le pavillon, seulement 23 ont reçu les trois types de bouillies. Les quantités moyennes des trois types de bouillies consommées par les enfants étaient assez faibles. Il semble que l'addition de sucre à la bouillie n'ait pas fait augmenter la consommation. Les enfants plus âgés ont consommé des quantités considérablement plus élevées de deux types de bouillies sur les trois.

Le Tableau 14 donne les apports protéocaloriques des repas présentés au Tableau 13. Il est clair que l'addition de farine germée aide à réaliser des taux d'apport protéique semblables à ceux obtenus avec l'addition de farine de poisson. Toutefois, il a été observé que les préparations contenant de la farine germée étaient environ deux fois plus caloriques. L'addition de sucre à la bouillie de farine germée augmente encore plus l'apport énergétique.

Le Tableau 15 montre la différence entre les apports chez les enfants souffrant de maladies diarrhéiques et ceux souffrant d'autres maladies (principalement la pneumonie, l'anémie et la tuberculose). Les vingt-trois enfants compris dans le Tableau 15 ont consommé les trois types de bouillies. Pendant la diarrhée aiguë, la consommation de bouillie semble réduite par comparaison avec d'autres maladies; toutefois, les différences sont faibles.

Le Tableau 16 montre que bien que les quantités de bouillie consommées ne varient guère pour les trois types, la valeur protéocalorique peut être augmentée par l'addition de farine germée et de sucre. Toutefois, à ce stade, il n'est pas possible de tirer des conclusions définitives quant à l'influence de la farine énergétique sur la croissance de l'enfant; nous devons également tenir

Tableau 14. Apport protéocalorique chez les enfants hospitalisés fourni par trois types de bouillies.

	Bouillie avec farine germée		Bouillie avec farine germée/sucre		Bouillie avec poisson	
Âge (mois)	Calories (kcal)	Protéines (g)	Calories (kcal)	Protéines (g)	Calories (kcal)	Protéines (g)
5–15	75,6	1,7	94,0	1,7	41,5	2,0
16–48	115,0	2,6	128,0	2,2	44,0	2,0

Tableau 15. Apport total fourni par les trois types de bouillies chez les enfants souffrant de diarrhée aigüe et d'autres maladies (moyenne ± ÉT).

	Bouillie avec farine germée (g)	Bouillie avec farine germée/ sucre (g)	Bouillie avec poisson (g)
Âge, 5–15 mois			
Avec diarrhée (9)[a]	62 ± 40	64 ± 23	82 ± 21
Autres maladies (8)	85 ± 43	66 ± 31	84 ± 26
Âge, 16–48 mois			
Avec diarrhée (3)	95 ± 20	72 ± 25	78 ± 6
Autres maladies (3)	113 ± 46	101 ± 39	106 ± 31

[a] Nombre d'enfants.

Tableau 16. Apport protéocalorique fourni par les trois types de bouillies selon les quantités consommées, tel qu'il est indiqué au Tableau 15.

	Bouillie avec farine germée		Bouillie avec farine germée/sucre		Bouillie avec poisson	
	Calories (kcal)	Protéines (g)	Calories (kcal)	Protéines (g)	Calories (kcal)	Protéines (g)
Âge, 5–15 mois						
Avec diarrhée	67	1,5	86	1,5	42	2,0
Autres maladies	71	1,6	84	1,6	42	2,0
Âge, 16–48 mois						
Avec diarrhée	102	2,3	97	1,7	40	1,8
Autres maladies	122	2,7	135	2,4	54	2,5

compte de l'apport fourni par d'autres aliments ainsi que de la présence de facteurs connexes. Il y a lieu de poursuivre les études en la matière, avec des échantillonnages plus importants.

Conclusions

L'examen des données sur l'apport alimentaire chez les enfants a confirmé la direction de la planification et des mesures prises en matière de développement et de survie infantiles en Tanzanie. La fréquence des repas semble être le facteur le plus important dans la détermination de l'apport énergétique et, par conséquent, l'adéquation de l'alimentation. Les repas spéciaux offerts aux enfants se présentent principalement sous forme de bouillies aqueuses; les collations consistent surtout en maïs grillé. Toutefois, elles ne sont données que rarement et elles n'augmentent pas beaucoup l'apport diététique. Les

constituants alimentaires riches en matières grasses sont, en outre, rarement utilisés dans les préparations alimentaires.

Il est intéressant de noter que les bouillies à consistance très ferme (« ugali ») trempées dans un condiment semblent être plus facilement consommées par les petits enfants que les repas à base de riz ou de tubercules.

Le système informatisé établi pour l'analyse des données sur l'apport alimentaire des enfants peut être élargi pour inclure d'autres facteurs comme l'alimentation au sein, la maladie et l'état nutritionnel. Ce système fournirait alors un excellent moyen d'évaluer l'adéquation de l'alimentation infantile dans des circonstances et des conditions spéciales.

Les essais relatifs à l'alimentation infantile compris dans ce rapport tendent à trouver des moyens permettant aux bouillies à consistance moelleuse d'augmenter l'apport alimentaire chez les enfants en bonne santé et les enfants malades. Il semble que même lorsque les enfants consomment une grande quantité de bouillies, les bouillies aqueuses parfois préparées à leur intention ne fournissent pas suffisamment d'énergie et d'éléments nutritifs. L'usage de céréales germées dans la préparation de ces bouillies augmente les apports nutritifs et énergétiques d'environ 100 %. Cette méthode offre de grandes potentialités à l'alimentation infantile, surtout en période de maladie aiguë, lorsque la prise alimentaire est réduite et que les régimes liquides sont souvent préférés.

Bibliographie

Ljungqvist, B. 1988. The making of a nutrition programme, "Hunger and Society." Cornell University, Ithaca, NY, É-U. Monographie.

Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics, 27(2), 68-73.

Maletnlema, T.N. 1976. Recommended nutrition allowances for Tanzania. Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie. Rapport n° 282.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food and Nutrition Bulletin, 5(2), 10-14.

Platt, B.S. 1962. Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. Medical Research Council, Londres, R-U. Rapport spécial n° 32 (édition révisée du SRS 253), p. 1-46.

Seshamani, L. 1981. Food consumption and nutritional adequacy in Iringa. A case study of four villages. Economic Research Bureau, University of Dar es Salaam, Tanzanie. Paper 81-5.

UNICEF (Fonds des Nations-Unies pour l'enfance). 1985. Analysis of the situation of children and women. Volumes I and II. UNICEF, Dar es Salaam, Tanzanie.

_____ 1987. The state of the world's children. Oxford University Press, Oxford, R-U. p. 67.

L'effet de la consistance des aliments sur l'apport nutritif chez les jeunes enfants

Rose P. Kingamkono

Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977,
Dar Es Salaam, Tanzanie

Résumé *Les mesures des apports alimentaires ont été effectuées dans le cas de 31 enfants de neuf à 56 mois. Ces enfants ont été nourris pendant dix jours avec quatre gruaux d'essai de différentes consistances : régime A — une bouillie claire avec 14 % de farine ; régime B — un gruau très ferme avec 33 % de farine ; régime C — une bouillie épaisse, traitée avec de la farine de céréale germée ou « farine énergétique » (FE), avec 27 % de farine ; et régime D — une bouillie épaisse (pas de FE) avec 17 % de farine. L'apport alimentaire fourni par le régime A aux enfants de moins de trois ans était manifestement plus élevé que celui fourni par les régimes B, C et D ($p \leq 0,01$) ; il était nettement plus élevé chez les enfants de plus de trois ans avec seulement le régime B ($p \leq 0,05$). Les enfants de moins de deux ans consommaient des quantités considérablement moins grande de tous les régimes que leurs homologues plus âgés ($p \leq 0,01$). Les régimes B et C ont fourni considérablement plus d'éléments nutritifs à tous les enfants que les régimes A et D ($p \leq 0,01$).*

Pour la Tanzanie, comme pour la plupart des pays en développement, le problème de la malnutrition protéocalorique (MPC) est le problème le plus grave que connaissent les enfants, notamment ceux d'âge préscolaire. La prévalence de la MPC grave dans ce groupe d'âge est, en moyenne, de 4 à 6 %, et celle de la MPC modérée, de 40 à 60 %. Le taux de MPC, sous ces deux formes grave et modérée, est relativement peu élevé pendant les six premiers mois de vie. Il s'élève ensuite rapidement pour atteindre un maximum entre un et deux ans. Selon divers rapports du Tanzania Food and Nutrition Centre (TFNC), la même tendance peut être observée en Tanzanie (Ljungqvist et al. 1978 ; Kisanga et Bunga 1983 ; Kavishe et al. 1984 ; Kingamkono et al. 1986). Le taux de mortalité des nourrissons et des enfants (12 à 17 %) est également très élevé (Kimati 1977 ; Maletnlema 1986). Environ 10 % de la mortalité infantile sont attribuables à une MPC sévère ; 50 % de la mortalité sont dus à une combinaison de maladie et de MPC (Kimati 1977).

Historique

La maladie, un apport alimentaire insuffisant ainsi qu'une mauvaise assimilation des éléments nutritifs sont les causes les plus immédiates de la

mort des enfants de plus d'un mois. Les deux premiers facteurs sont directement liés, en ce sens que l'un entraîne l'autre : la plupart des maladies entraînent l'anorexie, qui réduit immédiatement l'apport alimentaire. La présence de n'importe lequel de ces facteurs soit seul, soit en combinaison, entraînera probablement la sous-alimentation. Une sous-alimentation grave est généralement le résultat d'une série de plusieurs maladies et d'un faible apport alimentaire aigu ou chronique.

En dépit de tous les efforts faits pour le résoudre, le problème de la MPC est demeuré étonnamment constant au fil des ans et des régions. Dans le passé, les efforts ont été principalement concentrés sur l'éducation : les mères étaient avisées des méthodes de préparation des aliments de sevrage (y compris du mélange des ingrédients) qui équilibreraient le régime et augmenteraient la fréquence des repas. Ces approches ont connu peu de succès ; les mères sont surchargées de travail ; elles ont également un faible pouvoir d'achat ; et le problème de l'analphabétisation aggrave la tendance à ignorer les messages éducationnels qui soulignent l'importance de donner aux enfants de fréquents repas.

Le volume alimentaire

Les enquêtes diététiques quantitatives ont révélé que bien qu'un régime puisse contenir tous les éléments nutritifs essentiels, il peut être néanmoins difficile à l'individu de satisfaire ses besoins nutritifs (Ljungqvist et al. 1978). Cela est dû à la caractéristique de gros volume/viscosité appelée « gros volume alimentaire ».

Dans la plupart des pays en développement, où les produits de sevrage sont principalement à base de produits amylacés comme les céréales et les plantes-racines, les régimes alimentaires de gros volume sont courants. Le produit de sevrage le plus en usage en Tanzanie est le gruau (« uji ») préparé avec le produit de base de la région. Selon la saison et la région, le lait ou une variété de haricots, de pois et de légumes sont ajoutés. Toutefois, en règle générale, les premiers produits de sevrage sont des mélanges simples de produits amylacés. À mesure que l'enfant grandit, des aliments plus épais (« ugali ») sont donnés. Au moment où l'enfant atteint un an, il consomme déjà les mêmes aliments que le reste de la famille. Il est rare que des aliments spéciaux soient préparés à l'intention des jeunes enfants, et le nombre de repas n'est que de deux ou trois par jour.

Le gros volume des produits de sevrage amylacés se produit de la manière suivante : lorsqu'ils sont cuits, les granules d'amidon se brisent et absorbent de l'eau ; ils se mettent à gonfler, épaississant le gruau ; des interactions entre l'amylose, l'amylopectine, les granules d'amidon et l'eau entraînent la gélatinisation du gruau (associée à la capacité de retenir et de fixer l'eau des granules d'amidon) (Hellström et al. 1981). Ces gruaux ne sont pas appétissants et sont en outre trop visqueux pour que l'enfant puisse les avaler, ce qui entraîne une faible prise alimentaire et, par conséquent, un faible apport nutritif. Pour délayer ces gruaux afin de leur donner une consistance convenant à l'alimenta-

tion des enfants, une grande quantité d'eau doit y être ajoutée, ce qui résulte en une dilution des éléments nutritifs. Les enfants ont des besoins nutritifs élevés par rapport à leur taille corporelle; leurs estomacs relativement petits leur rend impossible l'ingestion de gruau délayé en quantité suffisante pour satisfaire leurs besoins nutritifs. Ljungqvist et al. (1981) ont trouvé que le problème était encore plus marqué chez les enfants malades, dont l'appétit est réduit et la préférence va aux aliments plus liquides.

Le gros volume des produits amylacés peut être modifié par divers moyens: par l'addition de matières grasses, de protéines, de sucres et de sels; les degrés d'acidité peuvent être modifiés; et les méthodes de transformation alimentaire, comme la précuisson, l'extrusion, le traitement enzymatique et la germination peuvent être introduites. Toutefois, dans les régions rurales pauvres, la plupart de ces méthodes sont limitées, entre autres, par le faible pouvoir d'achat de la mère. Ce n'est que récemment que l'usage de farine de céréales germées ou «farine énergétique» (FE) a été envisagé pour réduire le gros volume alimentaire des aliments de sevrage; les nutritionnistes ont pris conscience qu'il est nécessaire de trouver de nouveaux moyens susceptibles de résoudre le problème du gros volume alimentaire — des moyens qui mettraient en jeu des ressources et des techniques disponibles et applicables au niveau du ménage, et qui permettraient d'éviter la nécessité d'une longue préparation. L'un de ces nouveaux moyens, qui fait appel à la FE, largement utilisée (principalement dans la fabrication de la bière) dans les régions rurales des pays en développement, a été mis à l'essai pour réduire le volume alimentaire des produits de sevrage amylacés (Mosha et Svanberg 1983; Svanberg et al. 1985; Mnjunju 1986).

L'avantage que présentent les farines de céréales germées est dû à l'action des enzymes amylolytiques (développées pendant la germination) qui hydrolysent les granules d'amidon en simples sucres qui ont une faible capacité de rétention et de fixation de l'eau. Pendant cette étape, le gruau se liquéfie, rendant possible une plus grande concentration de matières solides par volume unitaire, tout en conservant une consistance peu épaisse (Brandtzaeg et al. 1981).

Des essais d'acceptabilité effectués dans un village de Tanzanie ont montré un taux élevé d'acceptation (plus de 50%) de l'usage de FE. Une autre étude a été réalisée sur une période de six mois pour déterminer l'apport alimentaire fourni par trois gruaux d'essais de différentes consistances, traités avec la FE; cette étude a montré que la viscosité avait un effet sur l'apport alimentaire et que cet effet dépendait de l'âge (Mosha 1984). Étant donné que ces études ont été effectuées sur une période de temps prolongée au cours de laquelle les conditions environnementales ont considérablement varié et les enfants ont grandi, il a été jugé que les résultats pouvaient avoir été déformés. On en est donc venu à la conclusion qu'il y a lieu de procéder à une étude plus contrôlée sur l'apport alimentaire.

Le présent rapport présente les résultats d'une étude de l'apport alimentaire dont le but était de déterminer l'effet de la consistance sur les apports

alimentaire et nutritif quotidiens à divers âges. Aux fins de comparaison, un gruau traité avec de la FE a été inclus.

Méthodologie

L'étude a été effectuée en octobre et novembre 1986 au village d'Ititi dans la région de Singida (Tanzanie centrale), où les produits de base sont le maïs, le sorgho et le millet de jonc. Un groupe de 31 enfants normaux et en bonne santé de neuf à 56 mois a été choisi pour participer à l'étude (la méthode de classification anthropométrique des individus mise au point par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a été utilisée). Les mères ont alors été mises au courant du but de l'étude, et leur collaboration a été sollicitée. Afin que le repas d'essai soit le premier repas de la journée, il a été demandé aux mères de ne rien donner à manger le matin aux enfants participants.

Aux fins de l'étude, quatre régimes ont été utilisés (chacun de consistance différente), représentatifs des régimes les plus couramment utilisés aux fins du sevrage dans les régions rurales de Tanzanie. Les enfants ont reçu les régimes A et B pendant dix jours, le régime C pendant sept jours et le régime D pendant trois jours. Chaque régime était préparé quotidiennement, dans un récipient; les enfants recevaient la nourriture à partir de ce récipient une fois par jour, au petit déjeuner (entre neuf et dix heures). Les mères participaient à la préparation des repas. Des quantités connues étaient servies aux enfants ad libitum, et les restes étaient pesés et enregistrés. L'accent était placé sur le maintien de modes d'alimentation habituels; pour éviter d'influencer les résultats, les mêmes conditions ont été maintenues pendant toute la durée de l'étude. Chaque matin avant le repas, il était demandé aux mères de signaler toute condition clinique ou tout symptôme observé chez les enfants participants.

Les doubles des échantillons de chaque repas ont été scellés dans des sacs de polythène et congelés pour déterminer la densité nutritive. La teneur en humidité des repas a été déterminée selon Horwitz (1975). La teneur protéocalorique a été déterminée à partir des tableaux de la composition nutritive des ingrédients. Les données ont été soumises à une analyse statistique d'après le test Student-Newman-Keuls.

Les régimes testés comprenaient les produits suivants.

- Régime A — bouillie claire («uji»), contenant 14 % de matière sèche, avec du sucre au goût.
- Régime B — gruau de consistance très ferme («ugali»), contenant 33 % de matière sèche, avec des sardines, «dagaa», ou «mlenda» (les sardines ou «mlenda» ont été préparées avec de la farine d'arachide).
- Régime C — bouillie épaisse («uji mzito»), traitée avec de la FE et contenant 27 % de matière sèche, avec du sucre au goût. Une fois le gruau

refroidi à environ 40°C, la FE a été ajoutée et le mélange remué jusqu'à ce qu'il se soit éclairci, puis il a été rebouilli.

- Régime D — bouillie épaisse («uji mzito») sans FE, contenant 17% de matière sèche, avec du sucre au goût.

Résultats et discussions

Teneur en matière sèche et teneur protéocalorique

Le Tableau 1 résume la teneur moyenne en matière sèche, en calories et en protéines des régimes. D'après ce tableau, nous voyons que le régime A, une bouillie claire, contenait le moins de farine. Cette bouillie avait une consistance semi-liquide qui s'est un peu épaissie après le refroidissement. Le régime B, une gruau très ferme, contenait la plus grande quantité de farine et était très épais, même chaud. Le régime C, au début une bouillie très épaisse, s'est transformé en une bouillie claire après l'adjonction de FE et en bouillie très claire une fois rebouillie; elle s'est un peu épaissie après avoir été refroidie. Le régime D, une bouillie épaisse non traitée avec la FE, était semi-solide même lorsqu'il était chaud, et son épaisseur s'est accrue encore plus une fois refroidi.

Dans d'autres études (Mosha 1984; Mnjunju 1986), il a été constaté que les gruaux à base de farines de céréales non germées atteignaient une consistance élevée (au-dessus de 3000 cPo) à une très faible concentration en matières solides (12% de matières solides). Une consistance acceptable pour les gruaux devant être administrés aux enfants de moins de trois ans est inférieure à 3000 cPo (Mosha et al. 1983). Étant donné que, dans cette étude, aucune mesure de la viscosité n'a été effectuée, il est difficile de quantifier la viscosité de chaque régime. Les régimes A, B et D de cette étude étaient préparés uniquement avec de la farine de céréales non germées; toutefois, le régime C était à base d'une combinaison de 22% de farine non germée plus 5% de FE (farine de céréales germées). Le comportement des granules d'amidon dans l'eau bouillante a déjà été vu. L'épaisseur augmente en fonction de la quantité de farine, résultant en fin de compte en une bouillie très ferme (régime B). La dilution du régime C, un régime contenant une grande quantité de farine, est

Tableau 1. Pourcentage moyen de matière sèche, d'énergie (kcal) et de protéines (g) dans les régimes.

	Régimes			
	A	B	C	D
Matière sèche	14	33	27	17
Énergie (kcal)	50,1	118,2	96,5	60,5
Protéines (g)	1,3	3,1	2,5	1,5

due à l'activité amylolytique causée par l'addition de FE. Pendant cette activité, les granules d'amidon sont hydrolysés en simples sucres qui ont une faible capacité de rétention et de fixation de l'eau. Le Tableau 1 indique que la densité énergétique (protéocalorique) est directement proportionnelle à la teneur en matière sèche des régimes.

La teneur protéocalorique des régimes B et C était environ deux fois plus élevée que celle des régimes A et D; cela veut dire que les régimes B et C avaient une plus grande valeur nutritionnelle. Cette observation est importante pour les raisons suivantes: avec les régimes B et C, un individu devra consommer des quantités relativement petites et avoir probablement un moins grand nombre de repas par jour conformément à la ration alimentaire quotidienne recommandée (RQR); toutefois, conformément à cette ration, la quantité de nourriture consommée avec les régimes A et D doit être plus grande et plus fréquente. Aussi, pour les moins de cinq ans, les régimes B et C constituent les meilleurs choix; avec ces régimes, les enfants sont en mesure d'avoir leur RQR compte tenu des limites de leur capacité gastrique et à raison de moins de repas par jour. Les situations soulevées par les régimes A et D seront discutées plus en détail ultérieurement.

Il ne faudrait pas oublier que dans la présente étude, le sucre a été utilisé pour améliorer la saveur des régimes A, C et D, et des arachides ont été utilisées pour préparer le condiment. Il n'entre pas dans le cadre du présent exposé de discuter les avantages du sucre et des arachides dans l'augmentation de la densité protéocalorique des régimes: dans les régions rurales, le sucre est un produit qui coûte cher, et les arachides sont cultivées principalement comme culture de rapport. Le plus souvent, le sel, plutôt que le sucre, est utilisé pour améliorer la saveur des produits de sevrage. Les enquêtes alimentaires menées en Tanzanie par le TFNC ont révélé que les gruaux fabriqués aux fins du sevrage ont une très faible densité énergétique.

Les bouillies claires habituellement servies aux jeunes enfants contiennent environ 0,2 kcal/g. Les bouillies épaisses habituellement préparées pour les enfants plus grands contiennent environ 0,8 kcal/g (l'« ugali » a 1 kcal/g). Les bananes et les pommes de terre cuites ont des densités énergétiques légèrement inférieures. D'autres denrées, comme les haricots, les légumes, la viande et le poisson sont ajoutées en très petites quantités, généralement après l'âge de 18 mois. En comparant les différentes préparations de gruaux, nous voyons que l'usage d'une farine de céréales non germées produit un gruau à densité énergétique de 0,3 à 0,5 kcal/g. Lorsque de l'huile de cuisson, des doliques ou des arachides sont ajoutées selon un ratio de 4:1, la densité énergétique augmente légèrement à environ 0,5 kcal/g. Lorsque des arachides sont ajoutées à un ratio de 2:1, la densité énergétique monte à 0,8 kcal/g. Toutefois, avec l'usage de la FE, la densité énergétique peut atteindre 1 kcal/g ou même plus — 1,15 kcal/g, lorsque des arachides sont ajoutées à la FE (Svanberg 1985).

Apports protéique, énergétique et alimentaire moyens

Comme l'indique la méthodologie, 31 enfants participaient au début à l'étude. Pendant le déroulement de l'étude, neuf enfants ont abandonné; 22 enfants ont donc continué de participer jusqu'à la fin de l'étude; seuls ces 22 enfants ont été inclus dans l'analyse. Les enfants ont été répartis en trois groupes d'âge: 9 à 24, 25 à 36 et 37 à 60 mois. Leur régime moyen, en kilocalories et apports protéiques, est présenté dans les Tableaux 2 à 4. L'apport alimentaire des enfants ayant jusqu'à trois ans fourni par le régime A était considérablement plus élevé que celui fourni par les régimes B, C et D ($p \leq 0,01$); en ce qui concerne les enfants de plus de trois ans, l'apport alimentaire était considérablement plus élevé avec le régime B seulement ($p \leq 0,05$). Les enfants de moins de deux ans consommaient des quantités nettement plus petites de tous les régimes que les enfants plus âgés ($p \leq 0,01$). Tous les enfants ont obtenu un gain manifestement plus élevé en éléments nutritifs avec les régimes B et C qu'avec les régimes A et D ($p \leq 0,01$).

Des études d'apports alimentaires précédentes effectuées en Tanzanie ont montré que les petits enfants étaient normalement capables de manger de 300 à 400 g de gruau par repas, et que les enfants plus âgés (quatre à cinq ans) pouvaient en consommer plus de 500 g. En ce qui concerne les aliments solides comme l'« ugali », les quantités étaient respectivement de 150 à 200 g et de 300 g à 400 g (Mosha 1984). Dans cette étude, l'apport fourni par les bouillies épaisses et les bouillies claires, aux plus jeunes (moins de deux ans) était bien moins grand que celui observé dans l'étude précédente (Tableau 2). Cette différence pourrait être attribuée au fait que dans l'étude précédente, la limite supérieure d'âge des jeunes enfants était de trois ans. Toutefois, les observations concernant les enfants plus âgés étaient semblables à celles faites dans la présente étude (Tableau 2).

Tableau 2. Apport alimentaire moyen[a] (g) par repas avec des gruaux aux différentes propriétés de volume alimentaire.

	Régimes			
Âge des enfants (en mois)[b]	A (n=10) (MS[c]=14 %)	B (n=10) (MS=33 %)	C (n=7) (MS=27 %)	D (n=3) (MS=17 %)
9–24 (n=9)[a]	161 ± 78[a]	105 ± 76[b]	138 ± 102[b]	145 ± 112[b]
25–36 (n=7)[b]	482 ± 46[a]	281 ± 64[b]	309 ± 49[b]	377 ± 84[c]
37–56 (n=6)[b]	501 ± 170[a]	344 ± 144[b]	370 ± 59[a]	472 ± 120[ab]

a Les valeurs moyennes dans le même groupe d'âge suivies par le même indice, ne sont pas tellement différentes ($p \leq 0,01$).

b Les groupes d'âge suivis du même indice ne sont pas tellement différents ($p \leq 0,01$).

c MS = teneur en matière sèche.

Tableau 3. Apport énergétique moyen[a] (kcal) par repas de gruaux de différentes propriétés de volume alimentaire.

Âge des enfants (en mois)[b]	Régimes A (n=10) (MS[c]=14 %)	B (n=10) (MS=33 %)	C (n=7) (MS=27 %)	D (n=3) (MS=17 %)
9–24 (n=9)[a]	81 ± 39[a]	124 ± 90[ab]	133 ± 98[b]	88 ± 68[a]
25–36 (n=7)[b]	242 ± 23[a]	332 ± 76[b]	298 ± 47[b]	228 ± 51[a]
37–56 (n=6)[b]	251 ± 85[a]	407 ± 135[c]	357 ± 57[abc]	285 ± 73[ab]

a Les valeurs moyennes dans le même groupe d'âge suivies par le même indice, ne sont pas tellement différentes ($p \leq 0,01$).
b Les groupes d'âge suivis du même indice ne sont pas tellement différents ($p \leq 0,01$).
c MS = teneur en matière sèche.

Tableau 4. Apport protéique moyen[a] (g) par repas avec des gruaux ayant différentes propriétés de volume alimentaire.

Âge des enfants (en mois)[b]	Régimes A (n=10) (MS[c]=14 %)	B (n=10) (MS=33 %)	C (n=7) (MS=27 %)	D (n=3) (MS=17 %)
9–24 (n=9)[a]	2,1[a]	3,3[ab]	3,4[b]	2,2[a]
25–36 (n=7)[b]	6,3[a]	8,7[b]	7,7[b]	5,6[a]
37–56 (n=6)[b]	6,5[a]	10,7[b]	9,2[a]	7,1[a]

a Les valeurs moyennes dans le même groupe d'âge suivies par le même indice ne sont pas tellement différentes ($p \leq 0,01$).
b Les groupes d'âge suivis du même indice ne sont pas tellement différents ($p \leq 0,01$).

Le fait que le régime A fournisse le meilleur apport alimentaire à tous les groupes d'âge est dû à sa consistance peu épaisse: les enfants peuvent mieux consommer des bouillies de cette consistance que des bouillies épaisses ou très fermes. La quantité qu'ils peuvent manger par repas est influencée par leur capacité à mastiquer et par leur capacité gastrique. La quantité d'aliments consommés dépend également du temps et de la patience de la personne qui nourrit l'enfant, de la quantité d'aliments disponibles dans la famille, et de la possibilité de la présence d'anorexie chez l'enfant.

Dans cette étude, les plus jeunes enfants (moins de deux ans) ont consommé des quantités considérablement moins grandes de nourriture avec tous les régimes que leurs homologues plus âgés ($p \leq 0,01$). Cela est largement

attribuable à leur capacité gastrique limitée. Par conséquent, la patience de la personne qui nourrit l'enfant est un facteur important; il est nécessaire que les jeunes enfants soient incités à manger davantage; plus l'enfant est jeune et plus cela demande d'efforts. Avec les régimes B, C, et D, toutefois, l'acceptabilité du goût et de la consistance peuvent avoir été des facteurs déterminants. Il est également probable que le régime B ait une consistance trop ferme pour tous les enfants. Bien qu'il ait été prévu que l'apport alimentaire fourni par le régime C soit de la même catégorie que celui fourni par le régime A, cette étude a prouvé qu'il en allait différemment. Les bouillies du régime C s'épaississent bien plus que prévu lorsqu'elles sont rebouillies et refroidies. Si les enfants étaient capables de consommer des aliments à des températures élevées (près du point d'ébullition), l'apport du régime C aurait probablement été le plus élevé de tous; à ces températures élevées, les bouillies étaient plus liquides que celles des autres régimes. Dans d'autres études, le gruau traité avec la FE a été donné immédiatement après avoir été dilué (sans rebouillir) et il est donc resté dans un état assez liquide. Bien que la réduction de l'apport alimentaire semble être due aux ramifications physiques d'une consistance accrue, nous devons tenir compte de la tendance qu'a un individu à être plus satisfait lorsqu'il consomme rapidement des produits concentrés que des produits dilués.

Les résultats de cette étude deviennent plus éloquents lorsqu'il est tenu compte de la quantité protéocalorique fournie par les différents régimes à chaque repas (Tableaux 3 et 4). Nous constatons, d'après ces tableaux, qu'en raison des densités nutritives différentes, les régimes B et C pouvaient fournir considérablement plus d'éléments nutritifs ($p \leq 0{,}01$) que les régimes A et D.

En Tanzanie, environ 60% de l'apport protéocalorique provient des aliments de base — dans ce cas, des céréales (Tanzania Bureau of Statistics 1978). Par conséquent, en supposant que 60% des besoins nutritifs quotidiens des enfants soient satisfaits par ces régimes, les enfants plus jeunes, qui consomment des régimes A ou D, devront manger fréquemment, faire jusqu'à huit repas par jour; le nombre de repas requis par jour en ce qui a trait aux régimes B et C est presque la moitié (Tableau 5). Quant aux enfants de plus de deux ans, trois à quatre repas des régimes A ou D et deux à trois repas des régimes B ou C leur suffisent (Tableau 5). Comme nous l'avons vu plus tôt, la fréquence des repas des enfants dans les régions rurales de Tanzanie est de deux à trois repas par jour.

Conclusions et recommandations

D'après la présente étude, nous avons appris que la consistance influe sur l'apport alimentaire des enfants de moins de cinq ans. Les bouillies claires, habituellement préparées comme aliments de sevrage à partir de farines de céréales non germées, ont de très faibles densités protéiques et caloriques. Tous les enfants ont consommé plus d'aliments avec le régime A qu'avec les trois autres régimes, mais l'apport nutritif était plus grand lorsqu'ils consommaient un gruau très ferme ou un gruau préparé avec de la FE.

Tableau 5. Nombre de repas requis par jour pour répondre au moins à 60 % des besoins protéocaloriques[a] de la RAQ pour chaque groupe d'âge.

	Régimes			
Âge (en mois)	A	B	C	D
9–24	8(7)	5 (4)	5 (4)	8 (6)
25–36	3(2)	2 (2)	2,5(2)	3 (3)
37–56	4(3)	2,5(2)	3 (2)	3,6(2,6)

[a] Les valeurs entre parenthèses sont le nombre de repas requis par jour pour répondre à au moins 60 % des besoins de la RAQ en protéines seulement.

Le nombre de repas nécessaire pour répondre aux besoins de la RAQ est fort élevé et peu réaliste dans le cas des enfants de moins de deux ans qui reçoivent des gruaux épais ou peu épais à base de farines de céréales non germées; l'aspect non réaliste de cette fréquence élevée de repas est encore aggravé par le fait que les mères sont surchargées de travail. Un autre facteur à considérer est la monotonie qui peut accompagner la répétition fréquente du même régime. En utilisant des gruaux fermes, ou des gruaux préparés avec de la FE, la fréquence des repas pourrait être réduite de près de la moitié tout en satisfaisant aux 60 % recommandés par la RAQ.

Bibliographie

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Hellström, A., Hermansson, A.-M., Karlsson, A., Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. II. Consistency as related to dietary bulk — a model study. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 127-135.

Horwitz, W., ed. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, É-U.

Kavishe, F.P., Maletnlema, T.N., Ballart, A., Ngonyani, M., Ljungqvist, B., Gebre Medhin, Mehari. 1984. A base-line health and nutrition survey in Ilula village, Iringa region, Tanzania. Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie. Rapport interne 868.

Kimati, V.P. 1977. Matatizo yanayowakabili watoto chini ya umri wa miaka mitano (The problems facing the underfives in Tanzania). Tanzania Food Nutrition Journal, 2, 11.

Kingamkono, R.P., Kingamkono, P.N., Ngonyani, M., Peter, H. 1986. Base-line survey on nutritional status and weaning practices in Morogoro region. Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie. Rapport interne 1047.

Kisanga, P., Bunga, B.E. 1983. Lindi/Mtwara regions nutrition survey. Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie. Rapport interne 844.

Ljungqvist, B., Mkufya, W., Mlingi, N. 1978. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake — with special reference to the feeding of pre-school children. Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie. Rapport interne 250.

Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 69.

Maletnlema, T.N. 1986. The problem of food and nutrition in Africa. Wildl. Rev. Nutr. Diet, 47, 30-79.

Mnjunju, R.Y. 1986. Nutritional evaluations of bulrush millet with special reference to protein and iron availability and dietary bulk properties. University of Uppsala, Uppsala, Suède. Thèse de maîtrise en sciences.

Mosha, A.C. 1984. Nutritional evaluation of sorghum as affected by germination with main reference to dietary bulk and protein quality. Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzanie. Thèse de doctorat.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food and Nutrition Bulletin, 5, 10.

Svanberg, U. 1985. Reducing dietary bulk in weaning foods. Paper presented at the International workshop on dietary bulk, Iringa, Tanzanie. UNICEF, New York, É-U, et Swedish International Development Authority, Stockholm, Suède.

Svanberg, U., Fredrikzon, B., Gebre-Hiwot, B., Taddesse, W.W. 1985. Sorghum in a mixed diet for pre-school children. I. Good acceptability with and without simple reduction of dietary bulk. Journal of Tropical Pediatrics, 33, 181-185.

La mise au point d'aliments de sevrage de haute valeur calorique et de faible volume en Zambie

Fredah Luhila et Protasio Chipulu

National Food and Nutrition Commission
Lumumba Road, BP 32669, Lusaka, Zambie

Résumé *Cet exposé explique les motifs qui justifient la mise au point d'aliments de sevrage et donne la documentation de base sur la germination des grains de céréales comme le millet, le sorgho et le maïs. Il est connu que la germination est une pratique traditionnelle, non seulement en Zambie, mais également dans d'autres pays d'Afrique. Une étude de cas a été entreprise par la National Food and Nutrition Commission (NFNC); cette étude a évalué les céréales de base germées et non germées pour déterminer leur volume alimentaire, la digestibilité protéique et l'absorption ferrique. Les résultats ont montré que la germination pouvait être utilisée pour modifier la consistance des gruaux de grande viscosité, tout en augmentant leurs densités énergétique et nutritive. Il a donc été proposé d'effectuer une étude nutritionnelle sur l'acceptabilité et l'usage de farines de céréales germées dans les aliments de sevrage, et sur les problèmes du faible apport alimentaire chez les enfants d'âge préscolaire; cette étude doit avoir lieu dans le district de Solwezi, dans le nord-ouest de la province de Zambie. Ce projet durera un an, après quoi un séminaire sera tenu pour discuter et évaluer ses résultats.*

En Zambie, la mortalité est très élevée chez les enfants d'âge préscolaire (quatre ans et moins); elle est principalement provoquée par la malnutrition protéocalorique (MPC) combinée avec l'infection. La MPC pose une grave menace à la santé de la nation; des estimations récentes (1986) fondées sur des dossiers d'hôpitaux indiquent que la malnutrition est soit une cause directe de 70% de la mortalité infantile en Zambie, soit un important facteur qui y contribue. Un apport alimentaire insuffisant a été jugé largement responsable de la prévalence de la MPC (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et National Food and Nutrition Commission (NFNC) 1974). Avec l'introduction du sevrage, un enfant entre dans une période de sa vie où il est très vulnérable. Les aliments traditionnels habituellement donnés à l'enfant pendant le sevrage ont des propriétés volumineuses qui limitent l'apport énergétique et nutritif. Ces dernières années, les produits à forte concentration calorique ont été jugés capables de résoudre ce problème de gros volume. Toutefois, ces produits sont coûteux et donc rarement accessibles pour les familles à faible revenu. Une solution plus pratique à ce

problème de volume alimentaire réside dans l'usage des méthodes traditionnelles de fermentation et de germination — des méthodes qui se sont avérées capables de réduire le volume alimentaire des produits de sevrage à base de céréales.

Un rapport de l'UNICEF (1986) révèle qu'en 1980, 6,4 % des entrées d'enfants dans les hôpitaux de la Zambie étaient attribuées à la MPC et autres troubles de la nutrition. En 1978, ces troubles étaient responsables de 13 % environ des décès chez les enfants de moins de cinq ans, par comparaison avec 18 % en 1980. Cette situation aggravée est le résultat d'un ensemble de facteurs, dont le principal est l'absence de produits de sevrage locaux de faible volume alimentaire, de grande valeur calorique et peu coûteux. S'ils étaient disponibles, ces produits pourraient aider les mères à nourrir leurs enfants de manière convenable pendant la période de sevrage.

En Zambie, l'alimentation au sein se poursuit jusqu'à ce que l'enfant ait deux à trois ans (Dirorimwe 1980). Toutefois, une supplémentation alimentaire au lait maternel doit être introduite lorsque l'enfant a quatre mois afin de répondre à ses besoins nutritifs croissants. C'est à ce moment qu'apparaissent les problèmes de nutrition, dont celui du gros volume alimentaire est le plus important.

Le volume alimentaire peut constituer le facteur limitant dans l'apport énergétique et nutritif de la petite enfance; c'est un problème autant de faible densité énergétique et nutritive (quantité par volume d'aliments) que de consistance.

Dans les collectivités rurales, la denrée de base la plus courante est le maïs, suivi du manioc, du sorgho et du millet. La céréale est réduite en farine habituellement préparée sous forme de bouillie très ferme («nshima»). Dans une telle bouillie, la quantité de farine est d'environ 30 %; ce qui donne une densité énergétique de 1 kcal/g. Bien que le «nshima» soit consommé par les adultes, les enfants commencent à en manger lorsqu'ils ont environ un an. Bien que la densité énergétique du «nshima» soit acceptable, sa consistance collante limite la quantité que les enfants peuvent consommer.

Afin de résoudre ce problème de volume alimentaire, les mères diluent souvent la bouillie ou la préparent avec moins de farine; dans les deux cas, on obtient une bouillie à la consistance convenable pour alimenter les enfants (une bouillie claire contenant 5 % de matière sèche et donnant 0,2 kcal/g, et une bouillie plus épaisse semi-liquide, contenant environ 10 % de matière sèche). Les études des apports alimentaires ont montré que si les enfants à l'âge du sevrage ne pouvaient consommer que 150 à 200 g environ de l'épais «nshima», ils étaient capables de consommer de 300 à 400 g par repas de bouillie claire, semi-liquide. Toutefois, la densité nutritive par volume alimentaire de la bouillie claire est réduite; pour couvrir ses besoins nutritionnels, un enfant devrait en consommer de 3 à 5 L au cours d'un ou deux repas, ce qui est clairement impossible. La seule alternative serait de nourrir l'enfant au moins six à sept fois par jour; c'est seulement de cette manière que les besoins énergétiques et en autres éléments nutritifs seraient couverts, notamment en période de maladie (Mosha et Svanberg 1983). La lourde charge de travail

des femmes, notamment pendant la saison agricole, rend impossible cette fréquence de repas.

Solution

La densité énergétique et nutritive des aliments de sevrage peut être accrue par l'addition d'huile, de matières grasses ou de sucre (Wilfart 1983). Ces sources d'énergie concentrée augmentent la densité énergétique et réduisent la viscosité; toutefois, elles sont trop coûteuses pour les pauvres. Une autre solution au problème de volume alimentaire serait l'usage accru des méthodes de préparation alimentaire traditionnelles améliorées, comme la fermentation et la germination.

La fermentation des céréales dégrade la structure de l'amidon et réduit la capacité de fixation de l'eau de la bouillie. Les produits fermentés sont habituellement utilisés dans la fabrication des boissons alcoolisées. Les études effectuées en Zambie sur les produits fermentés ont, jusqu'à présent, été limitées; des études approfondies sont nécessaires, d'abord pour développer des produits de densité énergétique satisfaisante, et ensuite pour tester l'acceptabilité de ces produits.

En revanche, la germination est un procédé traditionnel qui est utilisé dans la fabrication de la bière locale. Lors du processus de germination des graines, des enzymes amylolytiques se développent dans les différentes variétés de céréales. Les alpha amylases sont synthétisées dans les cellules de l'aleurone; de là, elles migrent vers l'endosperme amylacé, où l'hydrolyse des granules d'amidon est amorcée (Mosha 1984; Svanberg 1985). Cela signifie qu'à la cuisson, les granules d'amidon ne gonfleront pas dans la même proportion, et les chaînes d'amylases (qui forment le réseau de gélose) seront brisées. Les études réalisées par Mosha et Svanberg en 1983 montrent également que lorsqu'une petite quantité de farine germée est ajoutée à la bouillie épaisse, celle-ci est liquéfiée en quelques minutes.

La pratique de la germination

La pratique de la germination de diverses graines de céréales (comme le millet, le sorgho et le maïs) est une ancienne tradition de la Zambie (Richards 1939; Thompson 1954). Cette pratique de germination a également été signalée en Afrique du Sud, au Botswana, au Swaziland (Novellie 1977) et en Tanzanie (Mosha et Svanberg 1983). Dans tous ces rapports, la germination des céréales était utilisée dans la fabrication de la bière; ce qui implique un processus de fermentation à deux niveaux — l'un avec les bactéries qui produisent l'acide lactique, l'autre avec les levures qui produisent l'alcool. En Zambie, la farine de céréales germées est également utilisée pour préparer, à petite échelle, une bière douce non alcoolisée appelée «munkoyo». Cette

boisson est à base des racines de *Rhynchosia insignis*. La recherche est en cours pour permettre sa production à une échelle commerciale.

Dans le cas de la germination, les graines sont mises à tremper dans l'eau et laissées germer pendant un à quatre jours, selon le produit que l'on veut fabriquer. Les feuilles de bananes sont traditionnellement utilisées pour faire germer les graines. Après la germination, les graines sont séchées sur des tapis et broyées en farine. Pendant ce processus, de nombreux changements se produisent dans la composition chimique (Lorenz 1980), y compris des changements dans la matière sèche et la protéine totale. Les facteurs antinutritionnels associés aux produits germés présentaient un intérêt particulier pour l'étude; ceux-ci comprennent les aflatoxines, la production de cyanure, les tanins, les phytates et les coliformes fécaux.

La recherche a révélé que pendant la germination, les mycotoxines, telles les aflatoxines produites par des moisissures *Aspergillus flavus*, *Pasticus* et *Penicillium* se développent (Frazier et Westhoff 1978). Cependant, elles sont détruites une fois les graines germées lavées, cuites ou séchées à de hautes températures. On a aussi rapporté que les graines de sorgho germé contiennent des quantités décelables de dhurrine (un glucoside cyanogène qui produit de l'acide hydrocyanique pendant l'hydrolyse (Akazawa et al. 1960). Ce cyanure existe sous forme de glucoside cyanogène non-volatile stable sous l'effet de la chaleur; il ne peut être détruit ni par dessication ni par cuisson. La quantité destinée à être utilisée dans la bouillie pour réduire le volume alimentaire est cependant très faible (5–10 g/100–125 mL). Cela représente 18,6–37,23 ppm/100–250 mL d'acide hydrocyanique, ce qui est inférieur au taux de consommation acceptable moyen de 200 ppm/jour d'acide hydrocyanique (Conn 1973). Néanmoins, pour assurer que l'usage de sorgho germé soit sans danger, on est tenu dans les études de mesurer les taux d'acide cyanhydrique dans les bouillies préparées à la maison.

Les tanins et les phytates sont des substances d'origine organique du sorgho et du millet. Les tanins sont connus pour inhiber la digestibilité des protéines; les phytates ont prouvé qu'ils se lient aux minéraux comme le fer et le zinc. Un avantage du procédé de germination est qu'il réduit considérablement les taux de tanins et de phytates (Mosha et Svanberg 1983).

L'eau non traitée utilisée dans les régions rurales pour faire tremper les graines s'est avérée contaminée par les coliformes fécaux qui induisent probablement la diarrhée (Svanberg 1985). Cette eau devrait être rebouillie pour éliminer les coliformes et autres bactéries.

Étude de cas

Une étude de cas en laboratoire a été entreprise par la NFNC; cette étude était centrée sur les céréales de base non germées et germées pour déterminer leur volume alimentaire, la digestibilité des protéines, et l'absorption ferrique (Luhila 1986). L'étude avait deux objectifs: le premier était de déterminer si

l'usage de farine de céréales germées dans les bouillies à base de millet et de sorgho réduisait le volume alimentaire; le second était de déterminer si la digestibilité des protéines et l'absorption du fer peuvent être améliorées par la germination.

Méthodologie

Les graines de sorgho et de millet ont d'abord été lavées dans de l'acide chlorhydrique à 0,2 %. La moitié des graines ont été mises à tremper pendant 16 heures et laissées germer pendant 48 heures; elles ont ensuite été séchées et broyées. Les échantillons de farine germée et de farine non germée ont été analysés pour déterminer la teneur azotée, selon la méthode décrite par Hambraeus et al. (1976). Les taux de protéines brutes ont été obtenus par multiplication par le facteur 6,25. La digestibilité des protéines *in vitro* a été analysée selon la méthode décrite par Mertz et al. (1984). Le fer total a été déterminé par la spectrophotométrie d'absorption atomique après un lavage humide dans l'acide nitrique. L'absorption du fer *in vitro* a été analysée selon la méthode décrite par Narasinga et Prabharathi (1978). La viscosité du sorgho (Zambia Sorghum Variety 1 (ZSV1)) a été mesurée au moyen d'un modèle RU1 Rotovisco, avec un système à mesurer SC 11 étalonné et une vitesse de rotation de 54 rpm.

Résultats et discussion

La teneur azotée totale a augmenté dans les variétés de sorgho germé (local et ZSV1) et le millet germé (variété locale). La teneur en fer totale a également augmenté dans le sorgho germé et le millet germé (variétés locales). Ces augmentations sont attribuables aux pertes en matière sèche lors de la respiration. La digestibilité protéique *in vitro* augmentait dans le sorgho germé (ZSV1) et diminuait dans le millet germé (variété locale). Cette augmentation, selon Mosha et Svanberg (1983), pourrait être due à une réduction de la teneur en tanins. L'absorption ferrique *in vitro* augmentait dans le millet germé mais non dans le sorgho (ZSV1). Là encore, l'augmentation pourrait être due à une diminution des inhibiteurs comme les phytates.

Les mesures de la viscosité du sorgho germé et du sorgho non germé à une consistance de 3000 cPo (consistance convenant à la consommation par les enfants) indiquaient que la concentration de la farine non germée était de 13 %. Afin d'obtenir une consistance semblable avant que la viscosité ne devienne élevée et rende le produit impropre à la consommation par les enfants, une quantité double de farine germée était requise. En outre, le volume alimentaire était réduit lorsque 10 % de farine de céréales germées était ajoutée aux bouillies épaisses à base de farine non germée.

Conclusions

Cette étude a montré que la germination — une méthode traditionnelle connue non seulement en Zambie mais également dans la région du Southern Africa Development Coordination Committee (SADCC) (Vogel et Graham 1979) — pourrait être utilisée pour réduire la consistance des gruaux de grande viscosité, et augmenter en même temps la densité énergétique et en autres éléments nutritifs. Comme résultat, une recherche approfondie sur l'acceptation et l'usage de la farine de céréales germées est en cours.

La recherche future

Un projet a récemment été entrepris par la NFNC pour enquêter sur les points suivants: pratiques de sevrage, état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire, fréquence des repas, pratiques de fabrication de la bière, prestation de services sanitaires et approvisionnement en eau et en denrées.

À la lumière du potentiel qu'offrent les céréales germées dans la préparation des produits de sevrage, et en raison des problèmes de MPC chez les enfants d'âge préscolaire, nous allons vérifier l'hypothèse selon laquelle «l'usage de farine de céréales germées dans les produits de sevrage pourrait entraîner un meilleur apport alimentaire chez les enfants et, par conséquent, améliorer leur état nutritionnel». D'autres variables seront comprises dans l'étude: acceptation et adoption de l'usage de farine de céréales germées dans les produits de sevrage, méthodes de germination existantes, entreposage de la farine maltée et manutention générale de la farine maltée. Lorsque du millet ou du sorgho sera utilisé, l'acide cyanhydrique sera mesuré dans la bouillie au volume alimentaire réduit. Ce projet a pour objectif à long terme de déterminer l'effet de l'apport fourni par la bouillie de volume réduit sur l'état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire.

Méthodologie

La première région choisie pour mettre en oeuvre ce projet a été la province du nord-ouest. Cette province est l'une des quelques provinces où des enquêtes sur la nutrition ont récemment été menées; ces études ont révélé que la malnutrition y est courante. Une seconde raison du choix de cette province est le fait que son infrastructure institutionnelle en ce qui a trait à la formation et aux travaux nutritionnels est comparativement bien développée; il y a un programme d'équipe mobile pour la nutrition (Nutrition Mobile Team Program) dans la province, qui couvre les trois districts de Solwezi, Kasempa et Mwinilunga; ce programme est parrainé par le projet d'aménagement de la région (Area Development Project).

Toutefois, en raison des fonds limités, le projet NFNC se limitera au District de Solwezi. En utilisant les mêmes points d'échantillonnage que ceux

de l'équipe mobile, tous les enfants de trois à 36 mois seront soumis à une évaluation préliminaire de la malnutrition. Les données sur la fréquence des repas, les pratiques de sevrage, l'état de santé, l'hygiène, les pratiques de fabrication de la bière et la disponibilité alimentaire seront recueillies. Au moyen d'un échantillonnage stratifié, au hasard, 300 familles au total seront choisies aux fins de l'étude par les responsables de l'enquête sur l'état nutritionnel de Solwezi. L'étude anthropométrique comprendra la croissance et le développement physique par rapport à la taille et au poids. Les indicateurs nutritionnels qui seront utilisés pour déterminer la malnutrition chronique ou ponctuelle sont le poids/âge et le poids/taille. Tous les autres facteurs devant être inclus dans cette étude seront énumérés dans un questionnaire. Après l'étude d'évaluation préliminaire, les familles choisies seront classées selon les expériences qui seront faites dans chaque région; les enfants seront groupés pour être alimentés de la manière suivante:

- Groupe 1 — Les enfants recevront à manger une bouillie à base de farine de céréales germées qui aura été supplémentée d'arachides ou de haricots.

- Groupe 2 — Les enfants recevront à manger une bouillie à base de farine de céréales non germées qui aura été supplémentée d'arachides ou de haricots.

- Groupe 3 — Les enfants recevront à manger une bouillie à base de farine de céréales non germées, sans supplémentation.

Le groupe 1 recevra de la bouillie au volume réduit ainsi qu'un supplément d'autres éléments nutritifs; le groupe 2, bien que recevant une supplémentation, aura toujours le problème du gros volume alimentaire; le groupe 3 servira de groupe témoin. Les répondants (les mères) des groupes 1 et 2, seront informés de la manière de préparer les arachides ou les haricots pour les utiliser comme suppléments aux aliments de sevrage. Celles du groupe 1 seront aussi informées de la manière de choisir les graines de céréales, de les faire germer dans de bonnes conditions d'hygiène pendant deux jours, et de les entreposer de manière appropriée.

L'étude mettra à l'épreuve la bonne volonté des mères à utiliser dans les aliments de sevrage la farine de céréales germées, supplémentée d'arachides ou de haricots. Cette expérimentation démontrera les effets de la farine de céréales germées. Il sera demandé aux mères d'observer la consistance de la bouillie ordinaire et celle de la bouillie à base de farine germée accompagnée d'un supplément. Les bouillies seront ensuite servies aux mères, et leurs réactions enregistrées sur une grille de cotation hédonique comme l'a montré Mosha (1984). Les paramètres utilisés dans cette étude seront l'odeur, la couleur, la saveur, la texture et la bonne volonté générale des mères à utiliser le produit. De plus, la préparation de la bouillie supplémentée au moyen de protéines sera démontrée et la bouillie testée pour ses propriétés organoleptiques par les répondants du groupe 2.

Cette étude abordera ensuite l'empressement des enfants à consommer une

bouillie de volume réduit et supplémentée ainsi qu'une bouillie non traitée et supplémentée. Pour déterminer la quantité de bouillie que les enfants sont capables de consommer, l'apport réel sera mesuré. Ces études sur l'acceptabilité se poursuivront sur une période de deux mois, à raison de cinq jours par mois. Cette période permettra aux mères d'acquérir de l'expérience dans la pesée ou l'évaluation des quantités d'aliments, dans la préparation et l'administration des aliments; elles seront ensuite prêtes à adopter les suppléments de céréales germées à titre expérimental au niveau ménager. L'enregistrement des fréquences des repas sera également effectué.

Les rapports sur l'évolution et les données de contrôle seront fournis aux niveaux familial, local, et de district sur une base trimestrielle. Les parents seront informés concernant l'usage de graphiques de croissance; ils seront donc capables de déterminer si leur enfant présente une insuffisance pondérale et ils pourront demander conseil aux travailleurs de la santé. L'examen annuel fournira un outil efficace pour évaluer l'application et l'impact du projet. Un séminaire sera ensuite tenu, où les résultats de la recherche seront expliqués aux participants.

Parmi les participants se trouveront des nutritionnistes, des travailleurs de la santé, des travailleurs communautaires et des membres du personnel de la formation agricole. Les organisations pertinentes comme l'Université de Zambie et l'UNICEF seront invitées. La NFNC collaborera avec d'autres groupes à la réalisation de ce projet; ces groupes comprendront le conseil de district, des responsables de pavillons, de responsables en matière de développement social, des représentants des hôpitaux, des cliniques, du groupe de nutrition et des associations de femmes.

Conclusions

Les bouillies à base de sorgho, de millet et de maïs sont largement utilisées comme produits de sevrage en Zambie. Ces bouillies ont non seulement une faible valeur énergétique mais elles sont aussi bourratives, ce qui en rend la consommation difficile aux petits enfants pour couvrir leurs besoins alimentaires. Bien que la réduction du volume puisse être réalisée au moyen de l'addition de sucre, d'huile et de matières grasses dans la bouillie, ces produits sont trop coûteux pour les pauvres. L'usage de méthodes traditionnelles de fermentation qui ont prouvé leur capacité de réduire le volume alimentaire des produits de sevrage à base de céréales peut présenter une solution possible à ce problème de gros volume alimentaire.

La raison qui motive le développement des produits de sevrage a été expliquée. On a également montré que la germination des céréales est une pratique traditionnelle. Bien que les céréales germées aient été utilisées principalement dans la fabrication de la bière, la pratique de la germination peut aujourd'hui servir à réduire le volume alimentaire et, en même temps, à augmenter la densité énergétique et en d'autres éléments nutritifs. Le projet portant sur l'usage de farine de céréales germées se déroulera dans le district

de Solwezi de la province du nord-ouest de la Zambie. Ce projet durera un an; à la fin de l'année, un séminaire sera tenu pour en discuter et en évaluer les résultats.

Bibliographie

Akazawa, T., Miljanich, P., Conn, E.C. 1960. Studies on cyanogenic glycoside of sorghum vulgare. Plant Physiology, 35, 535.

Conn, E.E. 1973. Cyanogenetic glycosides. In Strong, E.M. ed., Toxicants occurring naturally in foods (2nd ed.). National Academy of Sciences, Washington, DC, É-U. p. 302.

Dirorimwe, C. 1980. Infant feeding practices in some rural area of Zambia. National Food and Nutrition Commission, Lusaka, Zambie, 13 p.

FAO/NFNC (Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation/ National Food and Nutrition Commission, Zambie). 1974. Nutrition status survey. FAO, Rome, Italie. Rapport technique n° 2.

Frazier, C.W., Westhoff, D.C. 1978. Food microbiology, volume 24 (3rd ed.). M.C. Saw Hill Book Company, New York, NY, É-U. p. 454–462.

GRZ/UNICEF (Gouvernement de la République de Zambie/Fonds des Nations Unies pour l'enfance). 1986. Situation analysis of children and women in Zambia. A report by the Government of Zambia and the UNICEF Programming Committee, Lusaka, Zambie, 161 p.

Hambraeus, L.E., Forsum, L., Abrahamsson, Lonnerdal, B. 1976. Automatic total nitrogen analysis in nutrition evaluation using a block digestor. Analytic Biochemistry, 72, 78.

Lorenz, K. 1980. Cereal sprouts: composition, nutritive value food application. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1980, 353–385.

Luhila, F.M. 1986. An evaluation of germinated and ungerminated staple cereals for dietary bulk, protein digestibility and iron availability. University of Uppsala, Uppsala, Suède. 16 p.

Mertz, H.M., Mohammed, C., Cairns-Whittern, A.W., Kirlies, T.U., Lichuan, Extell. 1984. Pepsin digestibility of proteins in sorghum and other major cereals. Proceedings of the National Academy of Science, 81, 1–2.

Mosha, A.C. 1984. The Luganga village study: acceptance and intake of bulk reduced foods in preschool children. Tanzania Food and Nutrition Centre, Dar es Salaam, Tanzanie.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food Nutrition Bulletin, 5(2), 10–14.

Narasinga, R., Prabharathi, T. 1978. An in vitro method for predicting the bioavailability of iron from foods. American Journal of Clinical Nutrition, 31, 153–175.

Novellie, L. 1977. Beverages from sorghum and millet. In Proceedings of a symposium on sorghum and millet for human food, Vienna, Austria, 1976. Tropical Products Institute, London, R-U.

Richards, A.L. 1939. Land labour and diet in northern Rhodesia. An economic study of the Bemba tribe. International Institute of African Languages and Cultures, London, R-U.

Svanberg, U. 1985. Reducing dietary bulk in weaning foods. Mémoire présenté à l'atelier international sur le volume alimentaire, tenu à Iringa, Tanzanie. UNICEF, New York, NY, É-U, et Swedish International Development Authority, Stockholm, Suède.

Thompson, B.P. 1954. Two studies in African nutrition. An urban and a rural community in northern Rhodesia. Mémoires Rhodes-Livingstone, n° 24.

Vogel, S., Graham, M., ed. 1979. Sorghum and millet: food production and use. Rapport d'un atellier tenu à Nairobi, Kenya. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada. IDRC-123e.

Wilfart, E. 1983. Infant feeding. National Food and Nutrition Commission, Lusaka, Zambie. Troisième numéro spécial sur l'énergie.

La réduction du volume des gruaux de sevrage traditionnels en Inde

Tara Gopaldas, Pallavi Mehta et Chinnamma John

Department of Foods and Nutrition, Maharaja Sayajirao University, Baroda 390002, Gujarat, Inde

Résumé *Des aliments riches en amylase (ARA) ont été préparés à partir de millet perlé (Pennisetum typhoideum), de maïs et de sorgho. Le séchage au soleil de ces grains a produit des ARA ayant une activité amylasique maximum (unités de maltose 1 248 et 1 855 pour le maïs et le sorgho, respectivement). Le rôtissage dans une poêle traditionnelle en fer a réduit considérablement l'activité de l'amylase. Toutefois, il a été trouvé que les ARA grillés se conservent pendant 21 jours, tandis que les ARA séchés au soleil se conservent seulement sept jours. L'effet des différentes concentrations en matières solides sur la viscosité des gruaux est également discuté. Des essais sur l'acceptabilité des produits avec et sans ARA, par les nourrissons et les enfants d'âge préscolaire, ont été effectués. En raison du fait que la méthode de préparation des ARA est une méthode traditionnelle, simple et peu coûteuse, elle peut être transférée aux familles au niveau du village ou de la collectivité.*

En Inde, le premier ou l'un des premiers aliments donnés aux nourrissons et aux enfants d'âge préscolaire est un gruau à base de produits comme le riz, le blé (*Triticum aestivum*), le bajra (*Pennisetum typhoideum*), le maïs (*Zea mays*) et le sorgho (*Sorghum vulgare*) (Jelliffe 1968; ICMR 1977). Les granules d'amidon de ces farines de base gonflent à la cuisson, ce qui contribue en retour au gros volume de ces gruaux, donnant une faible densité énergétique par volume unitaire d'aliment consommé. Les nourrissons plus âgés (de plus de six mois) ou les jeunes enfants d'âge préscolaire (13 à 36 mois) ne peuvent ingérer des quantités suffisantes de telles préparations pour couvrir leurs besoins énergétiques quotidiens (Nicol 1971; Rutishauser 1975; Hellstrom et al. 1981; Cameron et Hofvander 1983). Il est donc vital de trouver des moyens simples qui permettent d'augmenter la densité calorique des produits de sevrage traditionnels.

Au cours des sept dernières années, le département des produits alimentaires et de la nutrition de la Maharaja Sayajirao (MS) University, Baroda (Gujurat), Inde, a considérablement travaillé sur les multimélanges entièrement maltés, à base de diverses combinaisons de céréales comme le blé, le riz ou le ragi (*Eleusine coracana*), de légumineuses comme le pois de Bengale (*Cicer arietinum*) ou le pois chiche (*Phaseolus aureus*), et de graines oléagineuses comme les arachides (*Arachis hypogaea*). Par comparaison avec les bouillies à

base de grains grillés, les bouillies pâteuses chaudes à base de ces multimélanges maltés avaient une viscosité ou volume alimentaire beaucoup plus faible, des degrés d'acceptabilité plus élevés auprès des mères et des enfants, et permettaient des apports considérablement plus élevés par repas chez les nourrissons plus âgés ou enfants d'âge préscolaire. Les contraintes qui entravaient l'usage de ces multimélanges maltés étaient toutefois le temps, la main-d'oeuvre, et l'espace requis pour leur production. Ces facteurs ont prouvé qu'ils limitaient fortement le transfert de la technique à la collectivité ou à la famille (Tajuddin 1980; Gopaldas et al. 1982; Gopaldas 1984).

Malleshi et Desikachar (1982) ont rapporté qu'en raison de sa forte teneur en amylase, l'addition de 5% de farine d'orge malté réduit considérablement la viscosité d'une bouillie pâteuse chaude de 15% à base de produits de sevrage de marque indienne comme Nestum, Farex, Cerelac et Balamul. En 1983, le Tanzania Food and Nutrition Centre (TFNC) a rapporté que l'adjonction de petites quantités de farine de sorgho germé, ou « farine énergétique » (FE), à des gruaux traditionnels africains à base de farine de sorgho, pouvait efficacement délayer ces gruaux visqueux (Mosha et Svanberg 1983).

En dépit de la valeur des observations préliminaires de Malleshi et Desikachar (1982) et des travaux du groupe TFNC, il est nécessaire d'entreprendre une recherche approfondie sur la production et la durée de vie de l'ARA et sur l'acceptabilité et l'apport alimentaire, dans les zones rurales et défavorisées, des gruaux traditionnels contenant ou ne contenant pas d'ARA.

Dans notre département, le concept de l'ARA a été étudié en profondeur sous l'angle des paramètres déjà cités. Dans le présent document, nous regroupons les données pertinentes de trois dissertations sur la réduction du volume alimentaire des gruaux à base de riz (Gopaldas et al. 1986), de maïs (Kapoor 1986) et de jowar (Chaudhary 1986); cette réduction a été effectuée au moyen de l'addition d'ARA au bajra, au maïs, et au jowar, respectivement.

La préparation d'ARA à base de bajra, de maïs et de jowar

Comme on peut le voir dans le Tableau 1, les conditions optimales pour le développement des trois ARA sont différentes. Par processus de tâtonnement, nous savons maintenant que de laisser les céréales séjourner dans l'eau pendant plus de 12 heures (ou pendant la nuit) entraîne le lessivage de l'amidon. Dans nos premiers essais avec l'ARA à base de bajra, nous avons jugé importants le rôtissage au « kadai » (la poêle à frire traditionnelle en fer) et la production d'un malt. Toutefois, il a été trouvé que cela entraînait une réduction considérable de l'activité de l'amylase dans l'ARA (Tableau 2). Le séchage au four à 50°C conserve l'activité de l'amylase; toutefois, un tel procédé n'est pas faisable dans les maisons villageoises. Dans nos plus récentes études, le séchage au soleil, où les températures ambiantes de 40 ± 2° C sont atteintes, semble être la technique qui peut le mieux être transférée aux familles

Tableau 1. Conditions optimales pour la production des ARA à base de bajra, de maïs et de jowar.

Étapes de la production	ARA à base de bajra	ARA à base de maïs	ARA à base de jowar
Trempage	2 heures dans un volume égal d'eau	12 heures dans deux fois le volume d'eau	12 heures dans deux fois le volume d'eau
Germination	72 heures dans un tissu de mousseline humide	96 heures dans un tissu de mousseline humide	72 heures dans un tissu de mousseline humide
Séchage à l'air	Jusqu'à sec au toucher, environ 12 heures	–[a]	–
Séchage au soleil	–	Jusqu'à sec au toucher, 8 heures environ à 40 ± 2°C	Jusqu'à sec au toucher, 8 heures environ à 40 ± 2°C
Séchage au four	–	Jusqu'à sec au toucher, 5 heures environ à 50°C et retrait subséquent de la partie végétative	Jusqu'à sec au toucher, 5 heures environ à 50°C et retrait subséquent de la partie végétative
Rôtissage	15 minutes jusqu'à obtention d'une couleur brune et de l'odeur de malt	–	–
Broyage	En fine poudre dans une meunerie commerciale	En fine poudre dans un moulin électrique	En fine poudre dans un moulin électrique
Entreposage	150 g d'ARA dans des sacs de polythène de jauge 200, scellés à chaud et conservés dans des pots de verre étanches	150 g d'ARA dans des sacs de polythène de jauge 200, scellés à chaud et conservés dans des pots de verre étanches	150 g d'ARA dans des sacs de polythène de jauge 200, scellés à chaud et conservés dans des pots de verre étanches

[a] (–), indique les étapes non suivies dans la production de ce type d'ARA.

villageoises. Les échantillonnages séchés au soleil ont une très grande activité amylasique (Tableau 2). En Inde, le procédé de germination des graines est universellement connu et pratiqué, tout comme le séchage au soleil des légumes, des tranches de fruits, etc., pour prolonger leur durée d'entreposage. Les méthodologies proposées pour la préparation des ARA — le trempage, la germination et le séchage — sont des méthodes faciles à employer et comprises par les familles indiennes, mêmes les plus modestes.

Tableau 2. Activité amylolytique (mg maltose/g d'ARA) des ARA à base de bajra perlé, de maïs et de jowar.

	Rôtissage	Séché au four (5 heures, 50°C)	Séché au soleil (8 heures, 40 ± 2°C)
ARA bajra	99,9	–[a]	–
ARA maïs	–	1 263	1 248
ARA jowar	–	1 608	1 855

[a] – = indique les étapes non suivies.

Tableau 3. Durée de conservation des ARA à base de bajra, de maïs et de jowar.

		ARA bajra (R)[a]		ARA maïs (S)		ARA jowar (S)	
Spécification	Spécification IS/PFA	0 jour	21[e] jour	0 jour	21[e] jour	0 jour	21[e] jour
Teneur en humidité	10 %	3,47	8,10	10,77	11,95	5,86	7,63
Acidité alcoolique	0,12 % (H_2SO_4)	0,026	0,042	0,036	0,0357	0,030	0,069
Valeur peroxyde	10 mg/g	0,95	6,27	néant	néant	néant	néant
Sucre libre	Nil	10,31	4,78	13,14	12,12	8,80	8,41
Numération bactérienne	50 000/g d'ARA	–[b]	–	–	–	–	–

[a] R = rôti pendant 15 minutes ; S = séché au soleil pendant 8 heures à 40 ± 2°C.
[b] – = non effectué pour cet ARA particulier.

Nous désirons souligner ici l'importance du retrait de toute partie végétale (petites racines et pousses) des grains de sorgho germé avant le broyage. Des études récentes sur la germination du sorgho ont rapporté une augmentation marquée de la teneur en acide cyanhydrique des grains germés. La quantité moyenne d'acide cyanhydrique obtenu (61,3 mg) des germes de 100 g de graines (base poids sec) dépasse la dose fatale pour un adulte (Panasiuk et Bills 1984). Par conséquent, nous avons pris la précaution d'enlever les parties végétales des graines de sorgho avant le broyage au moyen de l'abrasion manuelle. Le groupe TFNC a inclus les parties végétales du sorgho germé dans la FE. Dans le domaine de l'alimentation infantile, c'est d'une importance primordiale. Comme dans le cas de tout autre grain céréalier, les grains dégermés peuvent être envoyés à un meunier local qui en fera la mouture. Dans le cas des petits lots de grains, un moulin à pierre familial (une pierre plate ronde au-dessus d'une autre), un mortier et un pilon de métal, ou une pierre plate servant à broyer peuvent être utilisés; il s'agit d'outils qui sont disponibles et très fréquemment utilisés dans la plupart des maisons en Inde.

Un lot de 500 g d'ARA peut se conserver pendant une à trois semaines, dans des conditions d'humidité relative et à la température ambiante (Tableau 3). Pendant cette période, il y aura suffisamment de nourriture pour qu'il soit possible de prélever une petite quantité d'ARA pour pouvoir diluer chaque jour les gruaux de deux enfants de moins de trois ans. En outre, un lot de 500 g d'ARA à base de bajra de millet germé, d'ARA de maïs et d'ARA de sorgho ne coûterait à la mère qu'environ 1,15 INR, 1,50 INR et 1,15 INR respectivement (en 1987, 13 roupies indiennes (INR) = 1 dollar US (USD)).

Études sur la conservation

En utilisant les méthodes ordinaires (Gopaldas 1984), la durée de conservation des ARA a été évaluée en termes de teneur en humidité, d'acidité alcoolique, de valeur peroxyde, de sucre libre et de numération bactériologique. Les échantillons d'ARA ont été emmagasinés dans des sacs de polythène scellés à chaud, de jauge 200, et ils ont été retirés les jours 0, 7, 14, 21 et 28 aux fins d'analyse. Le Tableau 3 indique les valeurs obtenues le jour 0 et le dernier jour acceptable, et montre les spécifications IS et PFA pour ces paramètres.

Les données indiquent que deux facteurs importants déterminent la durée de conservation d'un ARA; ces facteurs sont premièrement la teneur en matières grasses de la céréale utilisée, et deuxièmement la teneur en humidité de l'ARA. L'ARA de maïs (avec une teneur en matières grasses de 6%) a une courte durée de conservation, comme l'indique son acidité alcoolique élevée — une mesure du degré de détérioration dans les matières grasses. L'humidité est nécessaire à la survie et à la prolifération des micro-organismes; en raison du traitement de rôtissage appliqué, l'ARA à base de bajra (un grain qui contient peu de matières grasses) avait une faible teneur en humidité et donc une bonne durée de conservation. À l'heure actuelle, on explore la possibilité de prolonger la durée de vie de l'ARA des céréales pauvres en matières grasses par le rôtissage des grains séchés au soleil sur un gril plat placé sur les braises de charbon de bois (faible chaleur) jusqu'à ce que les grains soient cassants.

L'activité amylolytique des ARA

Les conditions du traitement, notamment les températures, sont des facteurs importants dans la détermination de l'activité amylolytique de l'ARA. L'activité de l'amylase (Bernfield 1955) des ARA varie selon la préparation, soit par rôtissage, soit par séchage au four (50°C), ou séchage au soleil (40 ± 2°C) (Tableau 2). La réduction de l'activité de l'amylase est marquée par une augmentation de la température de conditionnement. Malleshi et Desikachar (1986) ont rapporté l'activité de l'amylase de 150 et 170 mg maltose/g de malt pour le maïs et le jowar respectivement, germés pendant pendant 96 heures et séchés à 70 °C. Étant donné que notre objectif principal était d'utiliser l'ARA comme agent catalytique pour réduire la viscosité des gruaux, il était souhaitable d'obtenir un ARA ayant une activité catalytique maximale; cela a

été réalisé au moyen du séchage au soleil, un procédé simple et bien connu, suivi du rôtissage sur un gril plat placé au-dessus des braises de charbon de bois; cela a donné un ARA ayant une bonne durée de conservation de deux à trois semaines en conservant également l'activité de l'amylase.

La réduction de la viscosité des gruaux

Les gruaux dont la viscosité est de 50000 cPo ou plus ont une consistance de pâte ferme; ceux qui ont une viscosité de 10000 à 40000 cPo sont très épais et ne peuvent être pris à la cuillère; ceux de 6000 à 10000 cPo sont épais et peuvent être pris à la cuillère, avec une consistance de pâte semi-ferme; ceux qui ont 3000 à 6000 cPo sont faciles à prendre à la cuillère et ils ont une consistance de pâte pouvant être versée; ceux de 1000 à 3000 cPo ont la consistance d'une soupe épaisse; et ceux de moins de 1000 cPo sont liquides. Les gruaux ont été préparés comme l'indique le Tableau 4. L'ARA à base de bajra a été ajouté au gruau de riz (puisque le riz ne peut être germé pour préparer l'ARA), l'ARA de maïs au gruau de maïs, et l'ARA de jowar au gruau de jowar. Bien qu'une réduction frappante de la viscosité ait été obtenue dans les gruaux auxquels l'ARA a été ajouté, la teneur calorique des gruaux (10% du gruau de riz, 15% du gruau de maïs, 10% du gruau de jowar) était très faible. L'augmentation de la concentration de matières solides à 25% a augmenté la teneur calorique d'une fois et demie dans le cas du gruau de maïs, et de deux fois et demie dans le cas des gruaux de riz et de jowar. À des taux de concentration en matières solides égaux ou supérieurs à 16%, il n'a pas été possible de réduire la viscosité du gruau de riz à 25% en dessous de 6800 cPo avec l'addition d'ARA; toutefois, ce gruau pouvait être pris à la cuillère. Les gruaux de maïs et de sorgho à 25%, avec 10 et 8% respectivement d'ARA, avaient une consistance de soupe épaisse. Plusieurs chercheurs (Malleshi et Desikachar 1982; Mosha et Svanberg 1983) ont rapporté que les gruaux ayant des viscosités de 1000 à 3000 cPo conviennent à l'alimentation des enfants. Nos études actuelles ont montré que les mères préfèrent nourrir leurs enfants de gruaux épais pouvant être donnés à la cuillère (2000 à 6000 cPo) plutôt qu'avec des gruaux clairs (1000 cPo). Par conséquent, si la concentration en matières solides et le niveau de l'ARA sont accrus pour obtenir un gruau de la consistance désirée, les densités caloriques de ces gruaux augmenteront dans les mêmes proportions.

Pour étudier les apports, des bouillies à base de céréales ont été préparées. Du jaggery (sucre brun non raffiné) a été ajouté en proportion de 40% du poids de farine dans le cas du gruau de jowar et de riz, et de 60% pour le gruau de maïs. De l'huile a été ajoutée en proportion de 20%. L'effet supplémentaire de la réduction de la viscosité par l'huile et le jaggery a été étudié; les résultats sont présentés au Tableau 5. Les données montrent que la réduction de la viscosité était surtout causée par l'ARA seul. Bien que la réduction de la viscosité induite par l'addition de jaggery et d'huile n'ait pas été remarquable, il y a eu une augmentation considérable — de 200% — de la teneur calorique. Nous voyons donc que l'adjonction de jaggery et d'huile à

Tableau 4. Niveaux optimaux d'ARA et de takadiastase requis pour diluer efficacement les gruaux.

Quantité de farine (g)/200 mL de gruau	Eau (mL)/ 200 mL de gruau	ARA[a] ou takadiastase[b] (g)	Viscosité (cPo)	kcal/200 mL de gruau
Gruau de riz (10 %)				
20,0	180	–	2780	–
19,0	180	0,8[a]	312	69
19,2	180	0,4[b]	325	–
Gruau de riz (25 %)				
50,0	150	–	37200	172
42,0	150	8,0[a]	6800	–
Gruau de maïs (15 %)				
30,0	170	–	3750	–
28,5	170	1,5[a]	440	103
28,5	170	1,5[b]	1100	–
Gruau de maïs (25 %)				
50,0	150	–	30000	171
45,0	150	5,0[a]	1800	–
Gruau de jowar (10 %)				
20,0	180	–	3100	–
19,4	180	0,6[a]	300	70
19,4	180	0,6[b]	1200	–
Gruau de jowar (25 %)				
50,0	150	–	12000	175
46,0	150	4,0[a]	1800	–

Remarque: le modèle LVT n° 50 du viscosimètre Brookfield a été utilisé pour mesurer la viscosité.

à des concentrations optimales améliore non seulement la saveur des gruaux, mais augmente également nettement leur densité calorique.

Les études des apports alimentaires

Les gruaux ont été préparés avec du riz, du maïs, et du jowar, avec et sans ARA (Tableaux 6 et 7). Les enfants ont été soigneusement appariés en fonction de l'âge et affectés au hasard dans le groupe témoin ou le groupe expérimental. Les essais sur les apports ont été effectués de 11 h 30 à midi chaque jour, pendant sept jours; ce qui garantissait en général un intervalle d'une heure à une heure et demie depuis le dernier repas pris à la maison. Une ration de 100 mL de gruau (gruau témoin sans ARA, ou gruau expérimental

avec ARA) était alors offerte au sujet, qui était nourri par sa mère. À chaque jour d'essai, les enquêteurs ont préparé le gruau en grande quantité, à l'endroit où l'on prenait le repas. La durée du repas pour la consommation du gruau était limitée à 30 minutes. Lorsque l'enfant terminait sa ration, on lui présentait 100 mL de gruau supplémentaire. Les restes étaient mesurés et l'apport net par enfant par repas était enregistré. Bien que les nourrissons (six à 12 mois) et les enfants d'âge préscolaire (13 à 36 mois) aient consommé des quantités considérablement plus élevées de bouillies avec ARA, l'apport calorique était faible. Mosha et Svanberg (1983) ont calculé qu'un enfant devrait consommer 1 200 mL de gruau de sorgho contenant de la farine de sorgho germé (16,15 g de farine de sorgho non germé + 0,85 g de farine

Tableau 5. Réduction de la viscosité des gruaux par l'adjonction de Jaggery et d'huile.

Quantité de farine (g/200 mL de gruau)	ARA (g)	Eau (mL)	Jaggery[a] ou huile[b] (g)	Viscosité (cPo)	Kcal/200 mL gruau
Gruau de maïs à 15 %					
30,0	–	170	–	3750	103
28,5	1,5	170	–	440	103
28,5	1,5	170	18[a]	160	172
28,5	1,5	170	18[a] + 6[b]	140	226
Gruau de jowar à 10 %					
20,0	–	180	–	3100	70
19,4	0,6	180	–	300	70
19,4	0,6	180	8[a]	60	101
19,4	0,6	180	8[a] + 4[b]		137

Tableau 6. Composition de 100 mL de gruau de riz, de maïs et de jowar.

Farine (g)	ARA (g)	Jaggery (g)	Huile (g)	Eau (mL)
Gruau de riz, témoin (10,0)	–	4	2	90
Gruau de riz, expérimental (9,6)	0,4[a]	4	2	90
Gruau de maïs, témoin (15,0)	–	9	3	85
Gruau de maïs, expérimental (14,25)	0,75[b]	9	3	85
Gruau de jowar, témoin (10,0)	–	4	2	90
Gruau de jowar, expérimental (9,7)	0,3[c]	4	2	90

[a] ARA de bajra.
[b] ARA de maïs.
[c] ARA de jowar.

Tableau 7. Apport moyen des gruaux avec et sans ARA par nourrisson (6 à 12 mois) et enfant d'âge préscolaire (13 à 36 mois).

	Apport moyen de gruau (mL)		Apport calorique moyen (kcal)	
Type de gruau	Nourrissons (n=15)	Enfants âge présc. (n=15)	Nourrissons	Enfants âge préscolaire
Gruau de riz à 10% témoin	55,70 ± 0,96	–[a]	38	–
Gruau de riz à 10%, expérimental	107,60 ± 1,10[b]	–	72[b]	–
Gruau de maïs à 15%, témoin	42,00 ± 6,40	86,00 ± 6,50	50	97
Gruau de maïs à 15%, expérimental	102,00 ± 10,50[b]	156,00 ± 10,04[b]	113[b]	170[b]
Gruau de jowar à 10%, témoin	65,61 ± 8,45	99,28 ± 8,15	46	69
Gruau de jowar à 10%, expérimental	115,28 ± 9,75[b]	186,32 ± 14,61[b]	78[b]	131[b]

[a] (–) indique les étapes non suivies.
[b] Très significatif ($p \leq 0,05$)

germée/100 mL de gruau) pour couvrir 60% de ses besoins énergétiques quotidiens (besoins caloriques totaux: 1 180 kcal). Toutefois, deux points ont été constamment soulevés dans nos essais sur les apports alimentaires: d'abord, l'apport moyen fourni par le gruau par repas ne dépassait pas 100 mL pour les nourrissons et 150 mL pour les enfants d'âge préscolaire; ensuite, étant donné qu'en Inde, la plupart des mères du groupe économiquement faible travaillent à l'extérieur du foyer et ne peuvent cuisiner qu'une ou peut-être deux fois par jour, il ne serait pas possible de nourrir les enfants plus de trois fois par jour avec ce gruau. Par conséquent, la solution consisterait à augmenter la densité calorique en augmentant la concentration des matières solides, et en ajoutant du jaggery et de l'huile à des concentrations optimales. Un gruau à 25% avec ARA fournirait 200 kcal/100 mL, par comparaison avec les 80 kcal fournis par les gruaux à 10% avec ARA. En supposant que 100 mL soient consommés deux fois par jour, ce gruau pourrait couvrir le tiers des besoins caloriques quotidiens totaux des enfants (ICRM 1981).

Conclusions

Lorsqu'on prépare les ARA, il faudrait choisir des céréales ayant une forte teneur en amidon et une faible teneur en matières grasses. Les méthodes de préparation de l'ARA employées sont suffisamment simples pour qu'elles puissent s'adapter au niveau ménager. Les germes ou les parties végétatives devraient être complètement enlevées avant le broyage. Afin de se conserver plus longtemps, les grains devraient être séchés au soleil assez longtemps avant d'être légèrement grillés.

Il ne faudrait pas oublier que des produits de base comme le riz et le sagou ne peuvent pas germer. Toutefois, les gruaux peuvent être préparés à partir de ces produits; l'ARA à base d'autres céréales ou millets (comme le blé, le bajra, le jowar, le maïs et le ragi) consommés dans cette région particulière peuvent être ensuite ajoutés pour réduire la viscosité des gruaux. Ces gruaux devraient avoir une densité calorique aussi élevée que possible au moyen d'une augmentation de la concentration de matières solides, et de l'addition de la plus grande quantité possible de jaggery et d'huile. Des études sont actuellement en cours dans nos laboratoires pour observer la réduction du volume alimentaire entraînée par l'addition d'ARA au « khichdi », à un mélange de purée de « chapati » et « dal », et à un mélange de riz et « dal ».

Remerciements

Nous tenons à remercier Hemangini Gandhi, Sonia Kapoor, Ashu Chaudhary, et Suneeta Deshpande, étudiants diplômés de la M.S. University, de l'aide qu'ils ont apportée dans la préparation de ce document.

Bibliographie

Bernfield, P. 1955. Amylases α and β. In Colowick, S.P., Kaplan, N.O., ed., Methods in enzymology. Academic Press, New York, NY, É-U. p. 149-150.

Cameron, M., Hofvander, Y. 1983. Manual on feeding of infants and young children. Oxford University Press, Oxford, R-U. p. 117-127.

Chaudhary, A. 1986. Studies on amylase-rich food from jowar (*Sorghum vulgare*) with respect to amylase activity, viscosity reducing property, keeping quality and suitability for its use in jowar based weaning gruels. Department of Foods and Nutrition. M.S. University, Baroda, Gujarat, Inde. Thèse de maîtrise en sciences.

Gopaldas, T. 1984. Malted versus roasted weaning mixes. Development, storage, acceptability and growth trials. In Achaya, K.T. ed., Interfaces between agriculture, nutrition and food science. UNU Food and Nutrition Bulletin, Supplement 9, 293-307.

Gopaldas, T., Inamdar, F., Patel, J. 1982. Malted versus roasted young child mixes. Viscosity, storage and acceptability trials. Indian Journal of Nutrition and Dietetics, 19, 327-336.

Gopaldas, T., Mehta, P., Patil, A., Gandhi, H. 1986. Studies on reduction in viscosity of thick rice gruels with small quantities of an amylase-rich cereal malt. UNU Food and Nutrition Bulletin, 8(4), 42-47.

Hellström, A., Hermansson, A., Karlsson, A., Ljungqvist, B., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake with reference to the feeding of preschool children. II. Consistency as related to dietary bulk — A model study. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 127-135.

ICMR (Indian Council of Medical Research). 1977. Studies on weaning and supplementary foods. ICMR, New Delhi, Inde. Special report series, 27, 63-64.

_____1981. Recommended dietary intakes for Indians. ICMR, New Delhi, Inde. Special report series, 7.

Jelliffe, D.B. 1968. Infant nutrition in the tropics and subtropics. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse. p. 176-179.

Kapoor, S. 1986. Studies on amylase-rich food from maize (*Zea mays*) with respect to amylase activity, viscosity reduction property, keeping quality and suitability for its use in maize based weaning gruels. Department of Foods and Nutrition, M.S. University, Baroda, Gujarat, Inde. MSc dissertation. 200 p.

Malleshi, N.G., Desikachar, H.S.R. 1982. Formulation of a weaning food with low hot paste viscosity based on malted ragi (*Eleusine coracana*) and green gram (*Phaseolus radiatus*). Journal of Food Science and Technology, 19, 193-197.

_____1986. Studies on comparative malting characteristics of some tropical cereal and millets. Journal of Institute of Brewing, 92, 174-176.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food and Nutrition Bulletin, 5(2), 10-14.

Nicol, B.M. 1971. Protein and caloric concentration. Nutrition Review, 29, 83-88.

Panasiuk, O., Bills, D.D. 1984. Cyanide content of sorghum sprouts. Journal of Food Science, 49, 791-793.

Rutishauser, I.H.E. 1975. Factors affecting the intake of energy and protein by Ugandan preschool children. Ecology of Food and Nutrition, 3, 21.

Tajuddin, K.M. 1980. Acceptability and nutritional status trials on pre-school children (1–5 years) with malted versus roasted RTE mixes at Baroda and Pondichery. Department of Foods and Nutrition, M.S. University, Baroda, Gujarat, Inde. Thèse de maîtrise en sciences.

Les produits de sevrage maltés en Inde

N.G. Malleshi et B.L. Amla

Central Food Technological Research Institute,
Mysore–570 013, Inde

Résumé *La recherche entreprise pour développer des formules de produits de sevrage à base de techniques de maltage fait l'objet du présent exposé. Les études exigeaient une combinaison de céréales et de légumineuses; l'éleusine (Eleusine coracana) et le haricot mungo (Phaseolus radiatus) ont été choisis pour la préparation du produit de sevrage malté (PSM). Les études examinaient le PSM en ce qui a trait aux facteurs suivants: volume alimentaire (viscosité de la pâte); ratio d'efficacité protéique (REP); assimilation protéique nette (APN); valeur biologique (VB); et digestibilité réelle (DR); des comparaisons ont été faites avec des produits de sevrage commerciaux. Les études d'alimentation infantile effectuées dans un hôpital, une crèche populaire (garderie organisée pour les enfants dont les mères travaillent), et un orphelinat, ont révélé que ce produit était bien accepté et toléré par les enfants sevrés. Il permettait une croissance infantile correcte et maintenait une composition sanguine normale. Le produit avait une durée de vie de 150 jours environ lorsqu'il était emballé dans des sachets de polythène et entreposé à la température ambiante. Plusieurs lots d'essai (100–200 kg) ont été produits aux fins d'une évaluation commerciale et nutritionnelle. La technique de fabrication a été publiée aux fins de l'exploitation commerciale. Le coût de ce produit est considérablement inférieur à celui d'autres produits de sevrage commercialisés en Inde.*

La période du sevrage est une période extrêmement importante dans la vie de l'enfant; pendant cette période, la croissance est rapide et le lait maternel ne suffit plus à lui seul, à couvrir les besoins caloriques et nutritifs de l'enfant. Il est donc nécessaire d'introduire des aliments semi-liquides comme suppléments au lait maternel.

Les produits de sevrage commercialisés en Inde coûtent très cher et ils sont donc inaccessibles au secteur de la population à faible revenu. Les mères qui appartiennent aux couches de revenu moyen et faible modifient souvent les produits de consommation des adultes pour les adapter au goût des enfants. Les produits pour adultes et également les produits commercialisés séchés sur cylindre sécheur absorbent de grandes quantités d'eau et deviennent donc volumineux lorsqu'ils sont préparés pour l'alimentation. Ce gros volume alimentaire limite l'apport calorique et nutritif par repas (Ljungqvist et al. 1981). En outre, la capacité gastrique de l'enfant est limitée, et sa capacité à digérer des produits amylacés n'est pas complètement développée.

Par conséquent, il est nécessaire de développer des produits de sevrage digestes, équilibrés sur le plan nutritionnel, de faible volume alimentaire et de grande densité calorique. Cependant, il est aussi important que ces produits soient vendus à un prix abordable aux groupes à faible revenu, ou même produits aux niveaux familial ou communautaire. Plusieurs procédés traditionnels simples et populaires ont été retenus par les chercheurs; ils désiraient connaître leur effet sur la viscosité de la pâte ainsi que la qualité nutritionnelle du produit fini. Le maltage des grains céréaliers était prometteur; cette technique de préparation des aliments pour les enfants est bien connue dans de nombreux foyers (Desikachar 1980; Brandtzaeg et al. 1981). Le maltage ou la germination produit non seulement un gruau de faible viscosité, mais il digère en partie les constituants protéiques et amylacés, réduit les facteurs antinutritionnels et facteurs producteurs de flatuosités, améliore la disponibilité des minéraux, et augmente la teneur en certaines vitamines des matières alimentaires. Le maltage confère également au produit sa saveur et son arôme; un programme de recherche détaillé a donc été entrepris pour développer des formules de produits de sevrage fondés sur les techniques de maltage.

La sélection des matières premières

Pour obtenir, à un coût modéré, un équilibre nutritionnel de la quantité et de la qualité protéiques dans les aliments, il a été nécessaire de trouver une combinaison appropriée de céréales et de légumineuses. Une grande gamme de ces ingrédients a été examinée pour en déterminer la pertinence. L'éleusine a été choisie pour un certain nombre de raisons: son maltage est déjà pratiqué dans certaines régions de l'Inde; elle est riche en calcium, un minéral nécessaire à la croissance de l'enfant; sa protéine a une grande teneur en méthionine (Kurien et al. 1960); son malt a un arôme et une saveur agréables; le maltage de l'éleusine est simple à réaliser; et, enfin, il ne se produit pas de moisissures ni de détérioration de la saveur pendant la germination (Malleshi et Desikachar 1986a). Parmi les légumineuses qui conviennent à l'alimentation des enfants en période de sevrage, le haricot mungo constituait un choix naturel; il est presque exempt d'inhibiteurs d'enzymes, de facteurs anti-croissance et d'éléments producteurs de flatuosités, et sa protéine est riche en lysine (Narayana et al. 1973). Les protéines de l'éleusine et des haricots mungo se complètent très bien. Étant donné que les farines de graines oléagineuses et d'autres produits à forte teneur protéique ne peuvent être préparées facilement à la maison, elles n'ont pas été utilisées aux fins de cette étude.

La préparation des malts

Le millet et la légumineuse ont été mis à tremper pendant 16 heures environ. L'éleusine a été mise à germer pendant deux jours, et le haricot mungo pendant un jour; ils ont été ensuite séchés soit au soleil, soit dans un sécheur mécanique. Les petites racines de l'éleusine ont été séparées par un léger brossage et le malt vert a été séché à environ 65°C pendant près de

30 minutes dans un torréfacteur. Le malt séché a été vaporisé de 5% d'eau, malaxé pendant environ dix minutes, réduit en poudre, et filtré dans un tamis à mailles 60 afin d'obtenir une farine maltée d'éleusine presque exempte de son (Malleshi et Desikachar 1981). Le haricot mungo germé a été scindé et l'enveloppe de la graine a été enlevée en une seule opération dans un laminoir à tôle. Les grains brisés ont été ensuite légèrement grillés et réduits en poudre pour préparer la farine de malt de haricot mungo (Fig. 1). Dans ces conditions de traitement sous chaleur, les réductions de l'activité de l'alpha-amylase et pertes en lysine assimilable étaient minimes (Malleshi et Desikachar 1986b).

La farine de malt de millet a été mélangée avec de la farine de malt de haricot mungo selon une proportion de 70:30 pour faire le mélange de produit de sevrage. Ce mélange est populairement appelé produit de sevrage malté (PSM). Il contenait environ 12 g de protéines, 2 g de matières grasses, 77 g d'hydrates de carbone, 2 g de fibres, 250 mg de calcium et 210 mg de phosphore (Tableau 1). Sa composition était comparable à celle des marques populaires des produits de sevrage commerciaux, et conforme aux normes établies pour de tels produits par l'Indian Standards Institution (ISI 1969). La teneur en fibres du produit se situait dans le cadre des limites acceptables pour les produits de sevrage (Jansen 1980). Ce mélange était fortifié avec les minéraux et vitamines nécessaires, et utilisé dans les études sur l'alimentation infantile.

Le PSM n'est pas un aliment prêt à manger; il exige une préparation et une cuisson avant d'être servi. Lorsque le produit en suspension dans l'eau froide ou le lait est légèrement chauffé jusqu'au point d'ébullition, l'amylase du malt hydrolyse l'amidon en dextrines et sucres de faible poids moléculaire, réduisant ainsi le gros volume ou la capacité de fixation de l'eau du produit. Simultanément, les protéines sont également hydrolysées. Ainsi transformée, la bouillie non seulement se réduit mais elle devient aussi, dans une certaine mesure, prédigérée; elle est ainsi plus facile à digérer pour l'enfant. La viscosité ou volume alimentaire du PSM était très faible, par comparaison avec les produits de sevrage à base de céréales en flocons, soufflées, cuites par extrusion, ou séchées au cylindre sécheur à toutes les concentrations de bouillie comparables. Cela démontre clairement l'avantage de la technique de maltage dans la préparation des produits de sevrage de faible viscosité (Malleshi et Desikachar 1982).

La viscosité ou volume alimentaire des produits de sevrage conventionnels (préparés avec des matières précuites), ou même celle du mélange céréale/légumineuse, pourrait être réduite considérablement par l'addition d'une petite quantité de malt de céréale pendant la préparation de la bouillie (Malleshi, Raghavendra Rao 1986); comme alternative, le produit sec pourrait être mélangé avec de la farine de malt et emballé aux fins de distribution. L'addition de farine de malt n'agit pas sur l'acceptabilité sensorielle, la qualité nutritionnelle ou la durée de conservation des produits (Malleshi et Desikachar 1987). Il a cependant été constaté que l'addition de farine de malt avant le séchage au cylindre sécheur altérait la qualité protéique du produit (Venkat Rao et al. 1976).

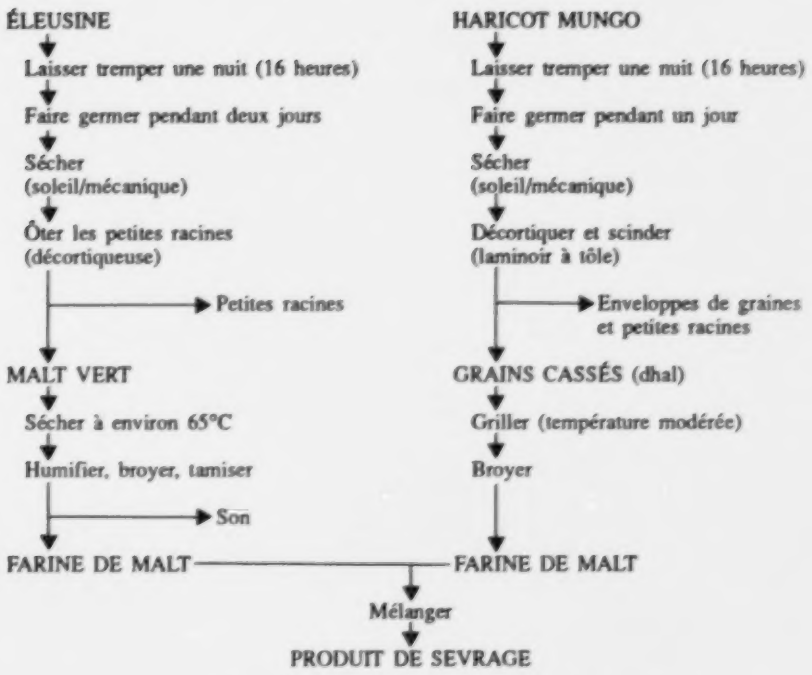

Fig. 1. Diagramme de la préparation d'un produit de sevrage malté.

Tableau 1. Composition des produits de sevrage maltés (PSM) et produits de sevrage commerciaux de l'Inde (par 100 g de produit)

		Produits commerciaux[b]			
	PSM[a]	1	2	3	4
Humidité (%)	6,0	3,5	5,0	2,2	4,0
Protéines (g)	11,5	12,0	7,5	11,0	22,0
Matières grasses (g)	1,5	3,5	–	7,8	3,5
Hydrates de carbone (g)	76,7	75,0	84,0	77,0	68,0
Fibres brutes (g)	2,0	–	–	–	–
Cendres totales (g)	2,3	3,5	3,0	2,0	–
Calcium (mg)	250	750	690	275	800
Phosphore (mg)	210	400	570	225	690
Calories	396	350	366	422	380

[a] Mélange ordinaire, non fortifié.
[b] Préparés au moyen de la technique de séchage au cylindre sécheur; contient une céréale, une céréale et du lait, ou une céréale, des légumineuses et du lait.

La valeur nutritive

La valeur numérique des protéines dans les produits de sevrage calculée suivant le modèle de référence de la FAO/OMS (1973) était de 70 (Tableau 2). La qualité protéique des produits de sevrage a été évaluée à l'aide d'essais pratiqués sur des rats. Le Tableau 3 montre le ratio d'efficacité protéique (REP), l'assimilation protéique nette (APN), la valeur biologique (VB) et les valeurs de digestibilité réelles (VDR) de la protéine du produit de sevrage à un taux de 10 % d'apport protéique. La protéine du produit de sevrage était légèrement carencée en thréonine; lorsque le produit a été supplémenté avec 10 % de poudre de lait écrémé, le REP était augmenté à 2,7, et l'APN à 63 (Malleshi, Desikachar et al. 1986).

Ce mélange, correctement fortifié avec des minéraux et des vitamines, a été administré en tant que supplément alimentaire (70 à 80 g/jour par enfant) pendant une période de six mois aux enfants de huit mois à trois ans dans un hôpital, un orphelinat et une crèche de travail. Les enfants ont facilement accepté et toléré ce mélange. Les données sur le gain de poids corporel et la composition sanguine ont indiqué la valeur du facteur de croissance du produit (Venkat Rao et al. 1985) (Tableau 4). La mesure de l'hydrogène dans l'haleine après la consommation du produit de sevrage indiquait que ce produit ne produisait pas de flatuosités (Savitri 1986). Il peut donc être recommandé aux convalescents et aux sujets gériatriques ainsi qu'aux enfants.

Le produit de sevrage n'est pas hygroscopique. Sa teneur en humidité et son humidité relative critiques à 25°C étaient respectivement de 11 et 65 %. Le produit emballé dans des sachets de polythène et entreposé à température ambiante demeurait acceptable jusqu'à environ cinq mois. Toutefois, ce produit peut être emballé dans des boîtes étanches de fer blanc ou laminées pour durer plus longtemps, être entreposé sans danger, et jouir d'une plus grande distribution (Malleshi 1984).

La préparation de PSM n'exige pas d'équipement perfectionné; les machines de traitement des céréales existantes, comme le broyeur à plaques ou la décortiqueuse, pourraient être utilisées pour traiter les grains maltés. Le coût des produits de sevrage serait d'environ 15 INR par kg (en 1987, 13 roupies indiennes (INR) = 1 dollar US (USD), soit près de la moitié du coût des produits de sevrage commercialisés en Inde. Plusieurs lots d'essai (100 à 200 kg) du produit ont été fabriqués au Central Food Technological Research Institute (CFTRI), ainsi que dans un village et un orphelinat. Ce procédé a été démontré à plusieurs organisations bénévoles, et la technologie publiée aux fins d'exploitation commerciale.

Les études ont été réalisées au CFTRI au début des années 60, pour explorer l'usage des céréales maltées dans les formules des aliments de sevrage. Au moyen d'essais faits sur des rats, deux formules — sorgho malté, blé, et éleusine, mélangés avec de la farine d'arachide à faible teneur en matière grasse (Chandrasekhara et al. 1957), et de la farine de malt d'éleusine, mélangée avec de la farine de graines oléagineuses à faible teneur en matière grasse

Tableau 2. Certains acides aminés essentiels et teneur en lysine disponible (g/16g N) de produit de sevrage malté (PSM), le produit de sevrage malté contenant 10 % de poudre de lait (PSML), et un produit de sevrage commercial (PSC).

	PSM		PSML		PSM		
Acides aminés	Teneur	Cote chimique	Teneur	Cote chimique	Teneur	Cote chimique	Modèle de référence de la FAO/OMS 1973
Lysine	5,3	98	5,6	102	5,6	102	5,5
Tryptophane	1,3	134	1,3	134	1,4	142	1,0
Thréonine	2,8	70	3,0	75	3,1	78	4,0
Méthionine et cystine	4,2	121	4,1	118	3,8	107	3,5
Lysine assimilable	4,5	–	4,9	–	4,3	–	–

Tableau 3. Valeurs REP, APN, VB, DR, et VPR de la protéine des produits de sevrage maltés (PSM).

Caractéristiques	PSM	PSML[a]	PSC[b]
Ratio d'efficacité protéique[c]	2,2	2,7	2,3
Assimilation protéique nette[c]	51,6	63,4	62,0
Valeur biologique[c]	73,8	–	79,2
Digestibilité réelle[c]	82,8	–	79,2
Valeur protéique relative[d]	84,0	–	88,0

a PSML = produit de sevrage malté contenant 10% de poudre de lait.
b PSC = produit de sevrage commercial.
c À un niveau d'apport protéique de 10%.
d À des niveaux de 5, 8 et 11% d'apport protéique.

Tableau 4. Poids corporel et composition sanguine des nourrissons et des enfants sevrés avec des produits de sevrage maltés (PSM) et des produits de sevrage commerciaux (PSC)

	PSM				PSC			
	Au début		Au bout de six mois		Au début		Au bout de six mois	
Caractéristiques	A	B	A	B	A	B	A	B
Poids (kg)	7,5	8,8	8,8	10,6	7,6	8,3	8,9	10,0
Hémoglobine (g%)	11,1	9,2	13,1	11,7	12,3	9,9	11,8	9,0
Protéine totale dans plasma sanguin (g%)	6,5	6,1	6,9	6,9	6,9	6,4	6,6	6,9
Albumine plasmatique (g%)	3,8	3,5	4,1	3,6	4,0	3,5	4,0	3,7

Note: A = nourrissons (huit à 11 mois); B = enfants sevrés (un à trois ans). Moyenne de cinq enfants dans chaque groupe, nourris pendant six mois.

et de la farine de pois chiche (Korula et al. 1961) — ont été analysées pour déterminer leur valeur nutritive. Les rapports indiquent que ces formules favorisent la croissance. Toutefois, leur valeur protéique était plutôt élevée (24 à 36%). Gopaldas et al. (1982), de l'Université Baroda, ont comparé les qualités générales des formules de produits de sevrage à base de blé grillé et de blé malté; ils ont rapporté que la formule à base de blé malté était facilement acceptée par les enfants et que l'apport alimentaire était plus élevé dans le cas de la formule à base de blé malté que celle à base de blé grillé. Mosha et Svanberg (1983) (respectivement du Tanzania Food and Nutrition Centre, Tanzanie et de l'Université de Göteborg, Suède) ont effectué des études exploratoires sur l'usage du maïs et du sorgho germé dans les produits de sevrage. Ils ont rapporté que les gruaux à base de maïs et de sorgho germés

avaient une très faible viscosité, par comparaison avec les gruaux préparés à partir des céréales crues correspondantes. Pour réduire le gros volume, ils ont aussi préconisé l'usage de farine de céréales maltées ajoutée tandis que le gruau est encore chaud et remué.

Daodu (1986) a étudié les formules de produits de sevrage à base de sorgho et de doliques, et il a constaté que la formule à base de sorgho malté et de doliques avait un REP plus élevé (2,4) que celui des produits séchés au cylindre sécheur, préparés à partir de doliques et sorgho crus (1,7). Les études exploratoires réalisées au CFTRI sur l'usage du maïs malté (Nghi 1987) et du riz (Capanzana 1987) ont également indiqué que l'usage de céréales maltées, considérée soit comme une matière de base, soit comme une source d'amylase pour la réduction du gros volume alimentaire, était très prometteur dans la formulation des produits de sevrage.

Bibliographie

Brandtzaeg, B., Malleshi, N.G., Svanberg, U., Desikachar, H.S.R., Mellander, O. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. III. Studies of malted flours from ragi, sorghum and green gram. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 184-189.

Capanzana, M.V. 1987. Studies on malting of rice. University of Mysore, Mysore Inde. Thèse de maîtrise.

Chandrasekhara, M.R., Swaminathan, M., Shankaran, A.N., Subramanyan, V. 1957. Studies on nutritive value of balanced malt foods. Indian Journal of Physiology and Allied Sciences, 11, 27.

Daodu, A.M. 1986. Development of low cost supplementary and weaning foods from sorghum and cowpea for Nigerian children adopting traditional technologies. United Nations University report, Central Food Technological Research Institute, Mysore, Inde.

Desikachar, H.S.R. 1980. Development of weaning foods with high caloric density and low hot-paste viscosity using traditional technologies. Food and Nutrition Bulletin, 2(4), 21.

Gopaldas, T., Inamdar, F., Patel, J. 1982. Malted versus roasted young child mixes: viscosity, storage and acceptability trials. Indian Journal of Nutrition and Dietics, 19, 327.

ISI (Indian Standards Institution). 1969. Specifications for processed cereals weaning foods. Indian Standards Institution, New Delhi, Inde. IS:1656.

Jansen, G.R. 1980. Consideration of allowable fibre levels in weaning foods. Food and Nutrition Bulletin, 2(4), 38.

Korula, S., Chandrasekhara, M.R., Indiramma, K., Swaminathan, M., Subramanyan, V. 1961. Nutritive value of balanced malt foods. Indian Journal of Medical Research, 49, 880.

Kurien, P.P., Narayana Rao, M., Swaminathan, M., Subramanyan, V. 1960. Nutritive value of ragi and ragi diets. Journal of Food Science, 9, 49.

Ljungqvist, B.G., Mellander, O., Svanberg, U. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in pre-school children. I. A problem description. Journal of Tropical Pediatrics, 27, 68.

Malleshi, N.G. 1984. Studies on malting of millet grains. University of Mysore, Mysore, Inde. Thèse de doctorat.

Malleshi, N.G., Desikachar, H.S.R. 1981. Studies on suitability of roller flour mill, hammer mill and plate grinder for obtaining a refined flour from malted ragi. Journal of Food Science and Technology, 18, 37.

———. 1982. Formulation of a weaning food with low hot-paste viscosity based on malted ragi and green gram. Journal of Food Science and Technology, 19, 193.

———. 1986a. Influence of malting conditions on quality of finger millet malt. Journal of the Institute of Brewing, 92, 81.

———. 1986b. Studies on comparative malting characteristics of some tropical cereals and millets. Journal of the Institute of Brewing, 92, 174-176.

———. 1987. Reducing the paste viscosity (dietary bulk) of roller dried weaning foods using malt flour or fungal alpha-amylase. Journal of Food Science and Technology (sous presse).

Malleshi, N.G., Desikachar, H.S.R., Venkat Rao, S. 1986. Protein quality evaluation of a weaning food based on malted ragi and green gram. Qualitus Plantarum, Plant Foods for Human Nutrition, 36, 223.

Malleshi, N.G., Raghavendra Rao, S.N., Sreedharmurthy, S., Desikachar, H.S.R. 1986. Development of weaning foods based on some traditional technologies. Journal of Food Science and Technology, 23, 315.

Mosha, A.C., Svanberg, U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. UNU Food and Nutrition Bulletin, 5(2), 10.

Narayana Rao, M., Shurpalekar, K.S., Sundaravalli, O.E., Doraiswamy, T.R. 1973. Flatus production in children fed on legume diets. Bulletin du Groupe consultatif des Nations Unies sur les protéines et les calories 3, 53.

Nghi, T.T. 1987. Weaning food from maize and green gram for Vietnamese children. United Nations University Report, Central Food Technological Research Institute, Mysore, Inde.

Savitri, A. 1986. Chemical and biological studies on kalatur (black variety soy bean) and tur (*Cajanus cajan*) with a view to study possibilities of producing flours with low flatulence. University of Mysore, Mysore, Inde. Thèse de doctorat.

Venkat Rao, S., Vijayalakshmi, D., Kurien, S., Prasannappa, G., Chandrasekhara, H.N., Swaminathan, M., Chandrasekhara, M.R. 1976.Nutritional value of weaning foods and malted milk powder. Journal of Food Science and Technology, 13, 209.

Venkat Rao, S., Kurien, S., Narayanaswamy, D., Daniel, V.A., Indira Murthy, K., Malleshi, N.G., Desikachar, H.S.R. 1985. Clinical trials on a weaning food of low bulk based on ragi and green gram. Mémoire présenté à l'atelier international sur le volume alimentaire, Iringa, Tanzanie. UNICEF, New York, NY, É-U, et Swedish International Development Authority, Stockholm, Suède.

Les aliments de sevrage au Népal

Yogesh Vaidya

Nutritional Research and Development Division,
Central Food Research Laboratory, Babar Mahal, Katmandou, Népal

Résumé *La sous-alimentation est un des problèmes majeurs auxquels font face les nourrissons et les jeunes enfants des pays en développement comme le Népal. Le problème provient de deux éléments : le premier est le manque de disponibilité d'aliments convenant à l'alimentation des enfants et des nourrissons ; le second est la mauvaise utilisation de ces aliments lorsqu'ils sont disponibles. La période de sevrage est un moment critique de la nutrition infantile. Durant cette période, une supplémentation alimentaire appropriée est essentielle pour assurer le bien-être et l'équilibre alimentaire de l'enfant. Le présent exposé aborde cet aspect de la nutrition, à la fois du point de vue du contenu des aliments complémentaires et de celui de l'opportunité d'amorcer le sevrage. Une description est donnée du plus simple des aliments de sevrage, le « sarbottam pitho », ou « super farine », fait sur le modèle du « sattu », un aliment traditionnel népalais. Un projet de mise au point d'aliments de sevrage a été entrepris en 1980 par le Central Food Research Laboratory au Népal. L'objectif de ce projet était la mise au point et le lancement de multimélanges malts, prêts pour la consommation, basés sur l'utilisation du procédé traditionnel de germination et qui combinent les avantages que présentent les céréales et les légumes secs peu coûteux et localement disponibles. Ce projet comportait la formation, les démonstrations et l'utilisation des média. Des évaluations ultérieures sont néanmoins nécessaires afin de déterminer dans quelle mesure les familles des villages ont adopté les techniques qui leur ont été enseignées.*

Le Royaume du Népal, limité au nord par la Chine et au sud, à l'est et à l'ouest par l'Inde, a une superficie totale d'environ 147 181 km² divisée d'est en ouest en trois régions physiogéographiques bien distinctes: le téraï (de 75 à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer) les collines du centre (de 300 à 3 000 mètres au-dessus du niveau de la mer), et les montagnes (de 3 000 à 8 000 mètres au-dessus du niveau de la mer). Les plaines rases du téraï, bien que ne constituant que 17 % de la surface totale, contiennent néanmoins 65 % des terres arables et 38 % de la population. Au centre, les collines représentent 68 % de la superficie dont 30 % des terres arables, mais 56 % de la population. Les montagnes représentent 15 % de la superficie et comptent environ 10 % de la population. En raison de l'enneigement, les régions montagneuses ont peu d'importance agricole.

Les variations d'altitude, d'ennuagement et de topographie créent des conditions écologiques très variées. La prédominance de nombreux micro-

climats rend possible la culture de divers produits agricoles. Le maïs couvre la plus grande partie des terres céréalières cultivées, suivi par le riz et le blé dans la région des collines. Le riz est prédominant dans le téraï. Bien que seulement 16% des terres soient réellement jugées cultivables, l'agriculture reste néanmoins l'activité principale de plus de 90% de la population, et elle contribue jusqu'à 60% du produit intérieur brut (PIB).

Au Népal, 85% des terres cultivables sont recouvertes de céréales: riz, maïs, blé, millet et orge. Les principales cultures commerciales sont la canne à sucre, la pomme de terre et les graines oléagineuses. La consommation des céréales varie beaucoup de la région des collines au téraï; dans ce dernier, le riz occupe la première place; le maïs est l'aliment de base de la région des collines. Le millet et l'orge constituent environ 10% de la consommation de céréales dans la région des collines, mais seulement 35% dans le téraï. D'une manière générale, plus de 80% de l'alimentation provient des céréales.

Avec un revenu annuel par habitant de 160 USD, le Népal est un des pays les plus pauvres du monde. La vie difficile et une topographie accidentée associées à de médiocres conditions sociales et économiques donnent naissance à des taux de malnutrition et d'épidémies infectieuses parmi les plus élevés qui existent. Ce qu'on a appelé «la crise agricole» a démontré l'incapacité d'une production agricole décadente à nourrir une population en croissance permanente: la population actuelle (surtout rurale, près de 94% des habitants vivent dans les régions rurales) est estimée à plus de quinze millions d'âmes et le taux de croissance à 2,7%. Plus de 40% de cette population vit en dessous du seuil de la pauvreté; plus de 80% des femmes et environ 60% des hommes sont illettrés.

Les problèmes de nutrition et les modes d'alimentation des nourrissons

Les enfants constituent une grande proportion, croissante, de la population népalaise. Au recensement de 1981, on comptait 2,31 millions de jeunes enfants de zéro à quatre ans, représentant ainsi 15,41% de la population totale. La mortalité des nourrissons et des enfants est néanmoins extrêmement élevée; elle atteint les proportions de 100 à 300 et de 160 à 360/1000 bébés nés vivants, respectivement. La morbidité et la mortalité élevées chez les enfants sont les résultats combinés de la malnutrition, des infections et du manque de soins de santé essentiels et autres services sociaux. En étant un des pays les plus pauvres du monde, le Népal possède toutes les caractéristiques d'un pays sous-développé.

La prédominance d'enfants dénutris et chétifs (âgés de moins de six ans) est alarmante: l'étude nationale népalaise sur la nutrition, effectuée en 1975, a révélé, par exemple, que 51,9% étaient chétifs, 6% dénutris, et 3,8% étaient à la fois chétifs et dénutris. Une comparaison avec un groupe d'enfants relativement bien nantis et sélectionnés à Katmandou montre clairement le fossé qui

existe entre les différentes classes socio-économiques en ce qui concerne l'étant nutritionnel. Dans ce groupe spécial, on dénombrait 1,9 % d'enfants chétifs, 18,8 % d'enfants dénutris et 0,6 % d'enfants à la fois chétifs et dénutris.

En plus des indicateurs anthropométriques de l'état nutritionnel, des syndromes de carences nutritives précises, incluant l'anémie, la xérophtalmie et le goitre ont été observés dans différents groupes de la population népalaise. Des études plus récentes sur la nutrition des enfants de zéro à cinq ans indiquent la forte prédominance des cas de malnutrition graves ou modérés.

Au Népal, la répartition par tranche d'âge de la dénutrition montre que les nourrissons et les enfants de zéro à 35 mois sont les plus sérieusement atteints. Cette schématisation pourrait indiquer, de manière générale, l'incapacité de la mère à fournir le lait nécessaire, la présence de produits de sevrage de quantité et de qualité insuffisantes ainsi que l'incapacité des jeunes enfants à rivaliser efficacement avec les autres membres de la famille pour obtenir leur part de la nourriture familiale. Au Népal, le rachitisme se produit dès le plus jeune âge. En fait, les enfants chétifs dès leurs jeunes années connaîtront en permanence un retard de croissance.

À chaque année qui se succède, l'enfant qui n'obtient pas la nourriture nécessaire à la fois à sa croissance et à son alimentation quotidienne glisse dans la catégorie des « dénutris ». Ainsi, l'un des problèmes majeurs que connaissent les nourrissons et les enfants des pays en développement comme le Népal est la malnutrition ou la sous-alimentation. Ce problème est issu de deux facteurs : le premier est l'insuffisance des approvisionnements d'aliments nécessaires à nourrir les enfants et les nourrissons ; le second est la mauvaise utilisation de ces aliments, lorsqu'ils sont disponibles.

Les procédés de sevrage

Durant les premiers mois de la vie, le lait maternel est habituellement la seule nourriture donnée à l'enfant. L'allaitement apportant tous les éléments nutritifs nécessaires à l'enfant pendant les premiers mois de sa vie, la période couvrant les quatre à six premiers mois est relativement sécuritaire. Même dans le meilleur des cas, l'allaitement devient malgré tout insuffisant passé quatre à six mois et une nourriture supplémentaire devient nécessaire. Le bébé entre alors progressivement dans sa « période de sevrage ».

Une étape importante et commune à toutes les sociétés humaines est le passage en douceur et en toute sécurité de la naissance jusqu'au moment où l'enfant peut absorber la nourriture normale de la famille et devient ainsi physiquement indépendant. Entre le quatrième et le sixième mois (selon la croissance particulière du bébé) des aliments semi-solides, et plus tard, solides doivent être introduits progressivement dans le régime alimentaire de l'enfant. L'allaitement au sein doit être prolongé aussi longtemps que possible. Des aliments spécialement préparés seront nécessaires en quantité et diversité croissantes jusqu'à ce que l'enfant puisse manger la nourriture normale de la famille.

Ainsi, le sevrage est une période importante d'adaptation durant laquelle l'enfant passe du lait maternel, satisfaisant tous les besoins nutritifs des premiers mois, à un régime alimentaire diversifié contenant des aliments solides.

La transition de l'état de nourrisson totalement dépendant du lait maternel à celui d'enfant capable de survivre avec le régime alimentaire familial n'est pas uniquement un processus de maturation physiologique. Après les 24 à 30 premiers mois de croissance, les développements anatomique et physiologique des systèmes gastrointestinal et enzymatique (permettant à l'enfant d'absorber une nourriture d'adulte), sont accompagnés parallèlement d'autres modifications physiques et de développement; les aptitudes à communiquer s'accroissent rapidement et de telle façon qu'à la fin de cette période, de nombreux enfants sont capables, quoique rudimentairement, d'exprimer verbalement un bon nombre de leurs besoins et de leurs émotions; la mobilité s'améliore aussi de façon spectaculaire pendant cette période, et ceci combiné avec un nouveau régime alimentaire, rend l'enfant plus vulnérable aux maladies infectieuses.

L'alimentation complémentaire appropriée pendant la période de sevrage pose un problème complexe de la nutrition infantile tout en étant capitale pour la santé. Chez le nourrisson, la croissance est plus rapide qu'à n'importe quelle autre période de la vie. Les besoins alimentaires par unité de poids corporel sont aussi plus grands. Pendant cette période, il est important qu'il consomme des aliments qui sont de bonnes sources d'énergie, de protéines, de calcium et de fer. Comparativement à leur poids corporel, les enfants ont besoin de deux fois plus de protéines, de calcium et de fer que les adultes.

Les méthodes de sevrage

Au Népal, les aliments complémentaires sont traditionnellement de faible densité calorique, de faible teneur protéique, contenant peu ou pas de graisses et souvent limités en micronutriments. À titre de suppléments, de tels aliments ne sont pas bien adaptés au régime alimentaire du nourrisson allaité. Plus grave encore, ces aliments sont généralement administrés trop tardivement et en quantités inadéquates. Tous ces facteurs combinés font que les nourrissons sont généralement à demi affamés dès les six à 12 premiers mois. Après ce stade, ils commencent à partager le régime alimentaire familial dont les aliments principaux sont habituellement le riz, le maïs ou les tubercules. Bien que leurs besoins soient les plus importants, ils reçoivent la plus petite part des suppléments protéiniques. Dans le même temps, ils sont rarement encouragés à manger des légumes, et par conséquent, leur régime alimentaire devient dangereusement dépendant du riz ou de certains autres aliments de base. L'appétit commence alors à diminuer et une infection peut alors faire basculer la balance en provoquant des carences nutritives supplémentaires, à la suite des pertes en éléments nutritifs de qualité, en raison de selles trop liquides.

À l'époque du sixième plan, une étude des méthodes de sevrage a été effectuée dans dix districts du Népal par la division de la nutrition du Central Food Research Laboratory (CFRL). Cette étude a montré que bien que l'allai-

tement maternel soit universellement pratiqué, aucun aliment de sevrage particulier n'est utilisé par la population rurale. Des aliments tels que le « dal bhat » (riz et légume sec) et le « dhindo » (farine de maïs traditionnelle) habituellement consommés par les adultes, ne sont donnés aux jeunes enfants (six à 36 mois) qu'en petites quantités et sous forme diluée. Les aliments froids ou acides sont limités. Les grains de soja rôtis et moulus, ou le maïs et le riz décortiqué trempé dans l'eau sont aussi donnés comme collations. Ces aliments d'adultes sont très difficiles à digérer pour un enfant et ils provoquent par conséquent des diarrhées. Les nourrissons et les jeunes enfants peuvent aussi recevoir des restes d'un repas antérieur. Mais ces restes étant mal conservés et entreposés, sont souvent gravement contaminés (CFRL 1987).

Dans certaines sociétés, notamment dans la vallée de Katmandou, le « pasne » est observé: il s'agit d'un repas de riz rituel qui a lieu lorsque l'enfant est âgé de cinq à six mois. À l'occasion de cette cérémonie, le « kheer », une préparation spéciale de riz mélangé avec du lait et du sucre, est servie aux nourrissons à titre de premier aliment solide. Après cela, les nourrissons et les petits enfants sont nourris de « lito », une bouillie de riz traditionnelle sucrée, faite avec du beurre clarifié (ghee) et du sucre (si ces derniers sont disponibles).

Le « lito » ou gruau de riz est insuffisant en protéines et en vitamines. Les granules d'amidon des grains ou de la farine de riz non seulement gonflent pendant la cuisson, mais ils ont une forte tendance à fixer et à conserver l'eau. Ceci contribue à faire du gruau de riz typique un produit volumineux de faible densité calorique par unité de volume consommé. Les nourrissons et les jeunes enfants sont incapables d'absorber des quantités suffisantes de telles préparations pour combler leurs besoins énergétiques. Lorsque les besoins en calories ne sont pas satisfaits, la croissance est retardée et l'organisme commence à brûler ses propres protéines pour fournir l'énergie nécessaire. La plupart des aliments de base contenant de l'amidon ne fournissent pas suffisamment de protéines. Si l'allaitement maternel est inadéquat, la situation empire et aboutit à la malnutrition protéocalorique (MPC), un des principaux problèmes de nutrition du Népal.

Alors que les protéines d'origine animale sont coûteuses et rares, les haricots (légumes secs) ou les graines peuvent complémenter les céréales pour augmenter les quantités de protéines disponibles d'origine végétale. Bien qu'il ne soit pas préparé quotidiennement, le « jaulo » est un aliment traditionnel de sevrage composé de riz, de lentilles et de légumes verts et destiné aux jeunes enfants convalescents et aux aînés. Une alimentation au rythme de deux à trois fois par jour est malgré tout insuffisante; le volume qu'un enfant peut absorber à chaque repas est trop faible pour satisfaire ses besoins nutritifs.

En dépit de la disponibilité générale des graines céréalières et des légumes secs qui permettrait d'offrir une alimentation appropriée et équilibrée, la plupart des enfants ne consomment pas assez de calories. Les coutumes régissant l'alimentation interdisent l'utilisation de ces aliments pour le sevrage des enfants. De telles coutumes se sont peut-être développées en raison des difficultés des jeunes enfants à digérer correctement les protéines d'origine végétale mal cuites.

Dans de nombreuses sociétés traditionnelles, l'enfant en période de sevrage reçoit rarement des aliments formulés spécialement à son intention; il est plus souvent habitué à consommer progressivement les aliments des adultes. L'enfant, dont l'estomac est petit, est incapable d'absorber suffisamment de nourriture pour obtenir les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance et à son développement. Le régime alimentaire inapproprié et nutritivement carencé donné à ces enfants est la cause de retards de croissance et d'infections comme la diarrhée. Ces infections sont responsables des taux élevés de mortalité et de morbidité que l'on constate chez les nourrissons et les jeunes enfants.

Ainsi, il existe un besoin urgent de mettre au point des aliments de sevrage peu coûteux et culturellement acceptables, qui puissent être préparés à partir des ressources disponibles au niveau local et auxquels les classes socio-économiques à faible revenu puissent avoir accès. Sur le plan nutritif et en regard des capacités gastriques limitées des nourrissons, les concentrations énergétiques et en éléments nutritifs sont d'importantes caractéristiques des aliments de sevrage. Ces aliments doivent être mous (pour le tractus digestif des bébés) et non contaminés.

Les aliments de sevrage peu coûteux

Une préparation alimentaire traditionnelle du Népal, appelée « sattu » (produit instantané), est utilisée spécialement dans le téraï; suivant une méthode ancestrale, les composants rôtis de céréales et de légumes secs sont réduits en poudre et mélangés avec de l'eau pour former une bouillie claire ou un gâteau.

Le « sarbottam pitho » fait en s'inspirant du « sattu » a été mis au point par le programme de santé communautaire de Shanta Bhavan au Népal. Il s'agit d'une « super-farine » constituant un excellent supplément alimentaire pour les nourrissons et les jeunes enfants. Il est composé de haricots locaux et de graines céréalières séchées. Le tout est rôti et réduit en poudre. Cette poudre est cuite comme une bouillie avec de l'eau nécessaire pour obtenir la consistance désirée. Le « sarbottam pitho » familial est le plus simple des aliments de sevrage et il se compose généralement de deux éléments, une céréale et un légume sec dans un rapport de 1:1. Ce mélange de base devient, avec l'addition de graisses, d'huile, de sucre ou d'un légume dans des proportions convenables, un multimélange qui constitue un repas complet. Il ne peut néanmoins être recommandé sans réserve pour l'alimentation continue des enfants âgés de six à 36 mois. En effet, en raison de sa grande viscosité et sa haute teneur protéique, la digestion d'un tel aliment peut s'avérer difficile. Aussi, il convient plutôt aux enfants plus âgés, d'âge préscolaire (Desikachar 1980).

Les multimélanges maltés

Les recherches réalisées jusqu'ici portaient sur un aliment de sevrage de faible coût qui combinerait au moins certaines des caractéristiques suivantes:

grande valeur nutritive, non bourratif, usage de céréales, de légumes secs et de graines oléagineuses les plus employés, peu coûteux et localement disponibles, et utilisation de méthodes de préparation traditionnelles et améliorées pouvant être facilement adaptées au niveau familial ou villageois. Ces recherches ont conduit à l'élaboration des multimélanges maltés. Desikachar (1980) démontra que ces multimélanges maltés, prêts pour la consommation, offraient des avantages considérables par rapport aux mélanges rôtis. Une énorme quantité de travaux de recherche et de documentation a été réalisée sur la théorie, les techniques de préparation et leurs effets sur la valeur nutritive, les qualités culinaires, etc. Les études approfondies ont été réalisées par les chercheurs suivants: Desikachar (1980), conseiller OMS au Central Food Technological Research Institute (CFTRI), Mysore, Inde; Tara Gopaldas (1982) du Food and Nutrition Department de l'Université Maharaja Sayajrao, Baroda, Inde; et nos propres chercheurs de la Nutritional Research and Development Division du CFRL, Népal. Ces études démontrent clairement les énormes potentialités des multimélanges maltés à base de céréales, légumes secs ou graines oléagineuses dans la composition des aliments de sevrage. Ces potentialités sont encore augmentées par le fait que la germination des céréales et des légumes secs est une pratique universelle et traditionnelle au Népal. À l'origine, le millet et le pois chiche étaient utilisés comme matières de base et depuis, nous avons effectué les études avec différentes légumineuses et céréales.

Ces études ont employé les méthodes de conditionnement et de préparation ménagères courantes. Ces méthodes comprennent le trempage, la germination, le maltage, la cuisson (rôtissage) et le broyage. Tous ces procédés modifient à la fois quantitativement et qualitativement la valeur nutritive de l'aliment. Les avantages suivants ont aussi été enregistrés: élimination de substances étrangères (toxiques), augmentation de la durée de conservation, acceptabilité (arôme), digestion plus facile et réduction du « gros volume » ou de la viscosité jusqu'au niveau nécessaire pour atteindre la densité calorique appropriée. Les proportions de céréales et de légumes secs (haricots) sont restées simples. Le rapport 2:1 est maintenu car il est grossièrement basé sur le rapport élément de base/légumineuse du régime alimentaire moyen népalais (« dal bhat »). (L'objectif ultime de ce projet était, par-dessus tout, de transférer les techniques au niveau ménager et de village.) Utiliser plus d'une céréale est recommandé. Une dizaine de recettes ont été mises au point, utilisant diverses céréales et légumineuses et tenant compte de leur disponibilité dans les différentes régions.

Les principales étapes que comporte le processus sont la macération, la germination, le rôtissage et le broyage. Le produit fini peut être emballé dans des sacs de polythène ou des récipients en verre secs et propres. La composition approximative de ces mélanges maltés montre qu'ils se situent à l'intérieur des limites acceptables de 350 kcal et 12 à 15 g de protéines/100 g (20g/100 mL de gruau, ou 0,7 kcal/mL).

Le test d'acceptabilité et l'essai de dégustation ont tous deux été réalisés à Dhading, un des districts de la région centrale de collines. Quarante-deux mères et leurs enfants en âge de sevrage y ont participé. Un essai de dégustation de trois mois a été effectué avec la collaboration du centre de santé local.

Les courbes de croissance ont été tracées grâce aux mesures prises sur les enfants, deux fois par mois.

Les préparations alimentaires ont été jugées agréables au goût et acceptables. Au bout d'une alimentation continue de trois mois, une amélioration significative a été observée chez tous les enfants du groupe programmé appartenant à la catégorie des faibles revenus et souffrant de sous-alimentation. Aucun de ces enfants n'a eu de diarrhée ou de vomissements. En raison de nos moyens limités, les essais d'alimentation à partir de protéines d'origine animale n'ont pas pu être effectués. Le test d'entreposage n'a pas donné de bons résultats. En effet, la durée de conservation n'était que de quatre semaines environ (CFRL 1987). Il est nécessaire de faire beaucoup plus de recherches dans ces domaines.

La propagande en faveur des aliments de sevrage préparés au foyer

Étant donné qu'il n'y a pas de production commerciale d'aliments de sevrage au Népal, ceux-ci doivent être importés. Les produits importés (de l'Inde pour la plupart) sont trop coûteux même pour la population urbaine de classe moyenne. Le secteur rural, dont la majeure partie appartient aux groupes à faible revenu, c'est-à-dire, la population cible, n'a pas d'autre choix que de mettre au point des aliments de sevrage peu coûteux, préparés au foyer suivant les méthodes traditionnelles, en utilisant les ingrédients disponibles au niveau local.

Une des approches les plus prometteuses pour lutter contre la malnutrition de la période de sevrage est le développement d'aliments de sevrage pouvant être préparés par les mères, dans leur maison ou au village. Ce développement passe idéalement par les initiatives locales et l'utilisation des aliments localement disponibles ainsi que les techniques de préparation traditionnelles.

La germination et le maltage des grains se sont avérés la méthode de préparation d'aliments de sevrage la plus prometteuse, en ce qui concerne à la fois la réduction du gros volume alimentaire des régimes alimentaires de sevrage à haute teneur en hydrates de carbone et l'augmentation de la teneur nutritive des aliments. Étant donné que l'objectif ultime de notre projet était le transfert de ces techniques simples aux domiciles et aux villages, il a été tenu compte des conditions préalables suivantes:

- les aliments de sevrage doivent être préparés à partir d'un régime de base («dal bhat») composé de céréales et légumineuses;
- les ingrédients locaux devant être utilisés doivent être peu coûteux et par conséquent abordables aux couches socio-économiques à faible revenu;
- la préparation doit faire appel à des techniques simples, polyvalentes et

traditionnelles telles que le trempage, la germination, le maltage, le séchage, le rôtissage et le broyage. Ces méthodes n'exigent qu'un équipement ménager simple;

- les méthodes de préparation doivent être culturellement acceptables;
- les aliments doivent être appropriés au plan nutritif pour constituer des suppléments au lait maternel;
- les aliments doivent être de texture molle, de faible teneur en fibres et de haute valeur calorique;
- les aliments doivent pouvoir être précuits, donc n'exiger qu'une cuisson minimale avant d'être servis à l'enfant;
- les aliments doivent être agréables au goût et faciles à digérer sans provoquer des désordres secondaires comme les diarrhées, les vomissements et les flatuosités.

Les chercheurs ont noté les avantages suivants de la germination (une étape intermédiaire du maltage) des céréales ou des légumineuses: augmentation des concentrations de thiamine, de riboflavine, d'acide nicotinique, d'acide folique, d'acide ascorbique, de fer, d'amylase; augmentation des activités diastasique et protéasique; digestion plus facile; augmentation du taux de rendement protéique et de la valeur biologique. Ils ont également indiqué que la germination augmente la densité calorique, diminue la viscosité et réduit le taux de phytine avec augmentation de l'activité phosphorique et trypsique de l'hémagglutinine.

Le rôtissage précuit les ingrédients utilisés dans les mélanges de céréales et légumineuses et accroît la durée de vie ainsi que l'acceptabilité. La plupart des effets toxiques ou antinutritifs des légumineuses (inhibiteur trypsique, hémagglutinine, agents goitrigènes, glucosides cyanogènes, alcaloïdes, etc.) ont été totalement ou partiellement éliminés par le rôtissage.

La période de sevrage est une période durant laquelle le nourrisson est extrêmement vulnérable; une alimentation inadéquate ou incorrecte pendant cette période peut entraîner des problèmes graves de malnutrition. Malgré la préparation longue et laborieuse nécessaire (macération, germination, rôtissage et broyage), les avantages de la germination et du maltage des grains céréaliers ainsi que la supériorité des multimélanges maltés sur leurs équivalents rôtis rendent plus qu'utile l'intégration de ces procédés dans le développement et le lancement des aliments de sevrage préparés à la maison ou au village. Ces techniques de germination et de maltage ne sont pas nouvelles pour les Népalais. L'aliment traditionnel, le «quanti», une soupe semi-visqueuse, est préparé à partir de mélanges germés de diverses légumineuses. Cet aliment est consommé à l'occasion d'un festival appelé «Janai Purnima» qui a lieu au mois d'août. C'est le mois où sévissent les infections diarrhéiques; le «quanti» peut alors servir d'aliment thérapeutique.

Les céréales et les haricots rôtis composent les collations traditionnelles des Népalais. Des mélanges spéciaux de céréales rôties sont parfois consommés comme biscuits. L'« astamandap », une super-farine à base d'un mélange de céréales et de légumineuses, est un aliment destiné spécialement aux personnes âgées et aux convalescents; sa préparation met en jeu tous les procédés susmentionnés. Par conséquent, il n'y a aucune raison de ne pas encourager et populariser les avantages et l'usage des mélanges maltés au moyen de démonstrations, de la formation et de l'éducation des mères, des femmes des régions rurales, des sujets volontaires et des travailleurs communautaires.

Les changements ne s'opèrent pas facilement; les moyens permettant de présenter à la population-cible toute nouveauté sont donc très importants. La mise en oeuvre de programmes destinés à modifier les comportements à l'égard du sevrage est une tâche difficile; les programmes se déroulant dans les foyers et les villages requièrent les efforts soutenus des nutritionnistes, des spécialistes des sciences ménagères, et des éducateurs en nutrition.

Le gouvernement de Sa Majesté, au Népal, avec l'appui de l'UNICEF/OMS, a mis en place le Joint Nutrition Support Program (JNSP) en 1983–1984, dans cinq districts sélectionnés. Ce programme a été conçu pour permettre une approche multi-sectorielle. Il s'agit du premier effort de ce pays fait pour appliquer le concept d'une approche intégrée à un seul programme de nutrition. Le lancement des aliments de sevrage préparés à la maison ou au village au moyen de démonstrations et de programmes d'éducation des mères est l'une des activités très importantes entreprises par la Nutritional Research and Development Division du CFRL. Cette formation est également destinée aux femmes qui travaillent au sein de la communauté.

Au cours des trois dernières années, des démonstrations et des séances de formation ont été organisées et réalisées dans différents villages; ces séances exigeaient que les mères participent à la préparation des produits de sevrage à base de multimélanges maltés, dans les conditions locales et au moyen des équipements et matériels locaux. Dans le téraï, les multimélanges à base de riz, de blé et de pois de Bengale sont en voie de vulgarisation; dans les collines, l'accent est mis sur le riz, le maïs et le soja, selon leur disponibilité et les coutumes alimentaires. Les démonstrations et les séances de formation ont eu lieu dans les postes sanitaires locaux et dans les centres qui maintiennent l'usage des tableaux de croissance des enfants. Après la période de formation, chaque participante est appelée à former un club de mères et à enseigner aux autres ce qu'elle a appris. De cette manière, les informations peuvent être diffusées plus efficacement.

Ces programmes de démonstration et de formation ont été lancés dans trois districts de la région des collines et dans deux districts du téraï, à l'intérieur de différents panchayats. Environ 250 femmes ont ainsi été formées. Le groupe d'éducateurs est composé d'un nutritionniste, d'un expert en sciences ménagères, d'un spécialiste agricole et d'un assistant médical. Des conférenciers invités, tels certains responsables du développement local pour les femmes et responsables de la planification familiale y ont également participé.

Ce programme a été populaire. En raison du fait que la préparation des aliments s'appuyait sur des méthodes traditionnelles, les mères ont pu bénéficier des avantages de ces nouvelles techniques. Étant donné que les démonstrations comprenaient une formation pratique des ménagères, elles attirèrent les femmes des régions rurales. Il reste toutefois à entreprendre une étude simple pour déterminer dans quelle mesure ces nouvelles techniques ont été adoptées par les familles villageoises. Il faut aussi se rendre compte qu'à défaut d'une bonne motivation, les connaissances seules peuvent s'avérer insuffisantes pour améliorer les méthodes maternelles.

L'adoption du « sarbottan pitho » (super-farine) a été évaluée dans le Tansen, une région de collines de l'ouest du Népal. Les résultats sont les suivants: 67,1 % ont dit avoir entendu parler du « sarbottan pitho » et 13,28 % ont affirmé en avoir préparé à la maison. Une enquête menée dans cinq districts a indiqué que le « sarbottam pitho » a été administré à 34 % des enfants du Makwanpur (téraï intérieur) mais à moins de 2 % des enfants des quatre autres districts.

Deux obstacles majeurs semblent empêcher l'utilisation de cet aliment: de nombreuses familles sont trop pauvres pour se le procurer et les mères qui allaitent leur enfant pendant deux ans ignorent souvent l'importance des aliments de sevrage. En raison du peu de temps dont elles disposent, les mères se plaignent de la longueur ennuyeuse de la préparation. Une fois que ces mères se sentent motivées (après avoir découvert les besoins nutritifs de leur enfant), le passage des connaissances techniques à la pratique devient plus facile et plus naturel. Si, malgré tout, les familles sont trop pauvres ou ne peuvent pas préparer deux repas par jour, d'autres interventions, à la fois immédiates et à long terme, deviennent nécessaires.

Bien que la composition de ces nouveaux aliments de sevrage (composés d'ingrédients peu coûteux et disponibles toute l'année) soit extrêmement importante, l'information sur la nutrition est la clé de la réussite du lancement de ces produits de sevrage. Leur réalisation devrait faire partie des services d'hygiène maternelle et infantile ou des soins de santé primaires.

Conclusions

Il n'existe pas de produits de sevrage commercialisés au Népal. Les produits commercialisés sont tous importés et ils sont trop coûteux, même pour les classes moyennes urbaines, sans parler de la majorité des familles rurales qui se situent loin derrière, sur le plan socio-économique. L'approche qui encourage la préparation à la maison des aliments de sevrage présente l'avantage de permettre une intervention à divers points du système nutritionnel et d'être, à divers degrés, applicable à tous les secteurs de la société.

Les ingrédients locaux préparés de la manière traditionnelle et à la maison pour fabriquer des produits de sevrage devraient faire l'objet de publicité et

leur usage devrait être encouragé; il s'agit d'une partie importante de la stratégie de nutrition destinée à améliorer l'alimentation et la santé des enfants.

Les produits choisis dans les recettes de sevrage devraient être facilement accessibles dans les jardins ou les marchés locaux. Ils doivent être peu coûteux et utilisés fréquemment dans la plupart des familles.

Il est nécessaire de faire des démonstrations efficaces pour motiver et faire participer les mères et leur faire prendre conscience des besoins nutritifs de leurs enfants. De cette manière, le passage de la technique à la pratique sera plus facile et plus naturel.

Bibliographie

CFRL (Central Food Research Laboratory). 1987. Annual report. CFRL, Katmandou, Népal.

Desikachar, H.S.R. 1980. Assignment report on development and promotion of low-cost weaning food for use by poor rural/urban communities in Nepal. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.

Gopaldas, T. 1982. Malted versus roasted weaning mixes: development, storage, acceptability, and growth trials — interfaces between agriculture, nutrition and food science. Université des Nations Unies, Tokyo, Japon. p. 293-305.

La teneur en cyanure des céréales germées et l'effet des techniques de conditionnement

L.O. Dada et D.A.V. Dendy

Overseas Development Natural Resources Institute (ODNRI)
Culham, Abingdon, Oxon 0X14 3DA, R-U.

Résumé *Un document récent indiquait que les produits séchés à base de sorgho germé contenaient de l'acide cyanhydrique et qu'ils étaient, par là même, potentiellement dangereux pour le consommateur. Les travaux effectués à l'Overseas Development Natural Resources Institute ont réfuté cette déclaration (Dada et Dendy 1987). Du sorgho feterita germé, contenant en moyenne 454 ppm de cyanure sous forme de HCN, a été utilisé comme substrat. Lorsqu'il était séché à 50°C, le pourcentage d'HCN était peu touché; il l'était cependant lorsque le sorgho était grillé à 100 ou 180°C pendant 15 minutes, puis séché à 50°C, le taux d'acide cyanhydrique (HCN) passant respectivement à 83 et 96,5 %. La fermentation d'une pâte ou d'une bouillie de sorgho germé pendant 24 heures a entraîné une perte d'HCN de plus de 70 %. Porter la bouillie à ébullition ou faire cuire la pâte à la vapeur a complètement éliminé l'HCN. Faire frire ou griller la pâte a éliminé un peu plus de 90 % d'HCN. Le « kimea », un produit tanzanien pour nourrissons, a également été étudié. Il a été montré que pendant le processus normal de préparation de ce produit, la concentration en cyanure dans le sorgho germé diminuait pour atteindre un niveau ne posant pas de risques. Le millet perlé germé ne contenait pas de cyanure. Dans une étude préliminaire, il n'a été trouvé aucune corrélation entre la teneur en tanin du grain et la teneur en HCN après la germination.*

Le sorgho est une céréale importante pour l'alimentation des populations des régions semi-arides qui recouvrent une grande partie de l'Afrique orientale et australe. Le sorgho peut donner d'excellents aliments, autant avec un conditionnement conventionnel qu'un conditionnement nouveau et approprié; ce conditionnement peut également être industrialisé et le produit vendu au détail sous forme de paquets pratiques. Des produits tels que l'« uji » (bouillie claire) et le « supa mtama » (sorgho poli) sont déjà en vente.

La germination des grains de céréales stimule l'activité enzymatique qui donne en retour les résultats suivants: perte de la matière sèche totale; changement dans la composition des acides aminés; transformation d'une partie de l'amidon en sucres solubles; légère augmentation de la teneur en matière grasse brute et fibres brutes; et quantité légèrement plus grande de certains

minéraux et vitamines (Morard et Rubenthaler 1983). Panasiuk et Bills (1984) ont contesté la suggestion de Wang et Fields (1978) de faire germer le sorgho à la maison; ils ont étudié la possibilité d'empoisonnement au cyanure, et noté que le sorgho germé ainsi que les jeunes plants de sorgho contenaient des quantités appréciables de « dhurrine », un glucoside cyanogène — substance qui, pendant l'hydrolyse, produit de l'acide cyanhydrique (HCN); le grain de sorgho non germé contient peu ou pas de dhurrine.

La dose létale d'HCN est de 0,25 à 3,5 mg/kg poids corporel, selon la personne, soit environ 1 mg/kg, en moyenne. Lorsqu'un produit à base de sorgho contient 400 ppm d'HCN, alors l'ingestion létale serait de 25 g (poids sec) pour un nourrisson de 10 kg. Il ne faudrait pas négliger non plus les effets goitrigènes de l'ingestion de doses sublétales d'HCN sur une période de temps prolongée.

Les procédés conventionnels incluent, en règle générale, le séchage et le broyage du sorgho germé pour produire un malt de sorgho. Ce malt peut être utilisé comme ingrédient dans la production d'aliments comme les bouillies, les boissons alcoolisées et non alcoolisées et le pain sans levain. Le sorgho germé peut également être broyé à l'eau pour former une pâte ou une bouillie qui peut être de nouveau fermentée avant d'être bouillie, cuite à la vapeur, frite ou cuite au four. Plusieurs auteurs ont publié des descriptions de méthodes traditionnelles de conditionnement du sorgho dans un certain nombre de pays; des exemples de telles études sont celles de Subramanian et Jambunathan (1980) et de Rooney (1984).

Le principal objectif de cette enquête était de déterminer l'effet du conditionnement traditionnel sur la teneur en cyanure du sorgho germé. Plus tard, l'occasion s'est présentée de collaborer avec le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) en Tanzanie sur l'examen d'un aliment local pour nourrissons, le « kimea », fait en ajoutant du grain germé (sorgho, éleusine, ou millet perlé) à une bouillie de maïs.

Méthodologie

Céréales employées

Les travaux ont été effectués dans les laboratoires de l'ODNRI. Le sorgho feterita a été obtenu commercialement au R-U. Par l'intermédiaire des bureaux de l'UNICEF à Dar es Salaam (Tanzanie), des échantillons de sorgho blanc, de sorgho de la variété « Serena », et de millet perlé (de jonc, pennisetum) non germés ont été obtenus de Dodoma, et d'éleusine (ragi, éleusine) obtenus de Sumbawanga. L'UNICEF a également fourni des échantillons des grains germés utilisés dans la production du « kimea ». Afin de détruire une légère infestation de charançons, les échantillons ont été tenus à des températures de -30°C du moment de leur arrivée à celui de leur utilisation, soit environ douze jours. La farine de maïs commerciale a été obtenue de l'UNICEF. Les grains utilisés sont indiqués dans le Tableau 1.

Le grain germé

Le grain entier nettoyé a été mis à tremper dans quatre fois son volume d'eau à la température ambiante (20°C) pendant 24 heures; il a ensuite été mis à germer sur un plateau à 30°C dans un four humide (HR 95%) pendant deux jours. Le grain a été lavé deux fois par jour avec de l'eau pendant la germination pour éviter la croissance de moisissures. Ce procédé constituait l'équivalent en laboratoire de la germination traditionnelle des grains. Les échantillons de laboratoire ont été divisés en trois groupes qui ont subi un conditionnement supplémentaire pour donner de la farine de malt, des produits broyés à l'eau et des produits broyés à sec.

La farine de malt

La farine de malt a été préparée en faisant sécher le grain germé dans un four à air à 50°C pendant 24 heures. Une forme de rôtissage a été effectuée pour améliorer la saveur de la farine: on laissait passer de l'air chauffé à des températures de 100 et 180°C sur les fines couches de grain pendant quinze minutes (diverses combinaisons de séchage et de rôtissage ont été utilisées (voir Tableau 2)). Après avoir fait passer le grain sur un tamis et enlevé ou gardé les racines (pousses) et les germes, il était broyé au broyeur à marteaux.

Tableau 1. Teneur en HCN des grains et malts.

	ppm HCN[a]
Grains (non germés)	
Sorgho blanc de Dodoma	ND[b]
Sorgho Serena de Dodoma	Trace[c]
Millet perlé de Dodoma	ND
Éleusine de Sumbawanga	ND
Grains germés	
Germés à l'ODNRI	
Feterita	454
Sorgho blanc CV de Dodoma	413
Sorgho Serena CV de Dodoma	122
Millet perlé de Dodoma	ND
Éleusine de Sumbawanga	ND
Germés en Tanzanie, analysés à l'ODNRI	
Sorgho blanc de Dodoma	12
Sorgho Serena de Dodoma	41
Millet de jonc de Dodoma	ND
Éleusine de Sumbawanga	ND

[a] Moyenne des reproductions.
[b] ND = non décelable
[c] Trace = inférieur à 5 ppm.

Tableau 2. Teneur en HCN des produits alimentaires.

	ppm HCN
Farine de malt	
Grain séché à 50°C et broyé	446
Grain séché à 50°C moins pousses et broyé	45
Grain séché à 50°C, grillé à 100°C, et broyé	321
Grain séché à 50°C, grillé à 100°C moins pousses et broyé	43
Grain séché à 50°C, grillé à 180°C et broyé	46
Grain séché à 50°C, grillé à 180°C moins pousses et broyé	16
Grain grillé à 100°C, séché à 50°C et broyé	77
Grain grillé à 100°C, séché à 50°C moins pousses et broyé	16
Grain grillé à 180°C, séché à 50°C et broyé	16
Grain grillé à 180°C, séché à 50°C moins pousses et broyé	0
Produits broyés à l'eau à partir des grains germés y compris les pousses	
Grain broyé à l'eau pour former une pâte et cuit à la vapeur	0
Grain broyé à l'eau pour former une pâte et fermenté pendant 24 heures	119
Grain broyé à l'eau pour former une pâte, fermenté pendant 24 heures et cuit à la vapeur	0
Grain broyé à l'eau pour former une pâte et frit dans l'huile	30
Grain broyé à l'eau pour former une pâte, fermenté pendant 24 heures et frit dans l'huile	0
Grain broyé à l'eau et tamisé; bouillon résiduel fermenté pendant 24 heures	122
Grain broyé à l'eau et tamisé; bouillon résiduel fermenté pendant 24 heures et bouilli	0
Produits broyés à sec à partir des grains germés y compris les pousses	
Grain séché à 50°C, broyé et bouilli dans l'eau	0
Grain séché à 50°C, grillé à 180°C, broyé et bouilli dans l'eau	0
Grain séché à 50°C, broyé, malaxé en pâte et rôti	30
Grain séché à 50°C, broyé, bouilli dans l'eau, tamisé, moût bouilli et inoculé de levure puis fermenté pendant 24 heures	0
Grain séché à 50°C, broyé, bouilli dans l'eau et fermenté pendant 24 heures	0
« Kimea » (échantillons de l'UNICEF)	
Sorgho blanc après la cuisson	ND
Sorgho blanc après refroidissement à 60°C	ND
Sorgho blanc après refroidissement à 40°C	ND
Sorgho Serena après la cuisson	ND
Sorgho Serena après refroidissement à 60°C	ND
Sorgho Serena après refroidissement à 40°C	ND
« Kimea » (échantillons germés de l'ODNRI)	
Sorgho blanc après la cuisson	Trace
Sorgho blanc après refroidissement à 60°C	Trace
Sorgho blanc après refroidissement à 40°C	Trace
Sorgho Serena après la cuisson	ND
Sorgho Serena après refroidissement à 60°C	ND
Sorgho Serena après refroidissement à 40°C	Trace

Les produits broyés à l'eau

Ces produits ont été obtenus en broyant le grain germé à l'eau avec un mortier et pilon avec diverses quantités d'eau donnant soit une pâte, soit une bouillie. Certains de ces produits ont été fermentés pendant 24 heures à la température ambiante. La bouillie fermentée a été bouillie pendant 15 minutes et la pâte a été soit cuite à la vapeur soit frite dans l'huile pendant 15 minutes.

Les produits broyés à sec

Les produits broyés à sec ont été préparés en séchant et en broyant les grains germés. Des échantillons de malt ont été réduits en pâte et grillés ou bouillis dans de l'eau. Le malt bouilli a été refroidi, puis fermenté (principalement fermentation de l'acide lactique).

Le «kimea» — aliment pour nourrissons

Pour préparer cet aliment pour nourrissons, une bouillie de farine de maïs très ferme a été faite en ajoutant 100 g de farine de maïs à 400 g d'eau. Le mélange a été amené à ébullition et cuit pendant 30 secondes avant d'ajouter en remuant 10 g des grains germés, séchés et broyés («kimea»). Des échantillons ont été aussitôt recueillis ainsi qu'au cours du refroidissement naturel à 60 et 40°C.

Acide cyanhydrique (HCN)

L'HCN a été évalué d'après la méthode AACC (1983) légèrement modifiée pour distiller l'homogénat. Une unité de distillation 1002 de Kjeltec a été utilisée pour garantir que l'HCN de l'échantillon ne soit pas libéré dans l'atmosphère. Les produits provenant des 10 g originels de grain de sorgho sec ont été mélangés avec 100 mL d'eau et transférés dans un tube de distillation qui a ensuite été scellé. Après avoir reposé pendant deux heures, 20 mL d'acide tartrique à 10% ont été ajoutés et la vapeur mise en marche. L'HCN libéré a été recueilli quantitativement dans 50 mL de solution à 2,5% d'hydroxyde de sodium (NaOH). Après avoir recueilli dans le ballon récepteur 400 mL du distillat, il a été titré avec 0,2% de nitrate d'argent selon la méthode AACC approuvée (60–20). Des déterminations témoins ont été également effectuées.

Résultats et discussion

Le Tableau 1 résume les données sur les récupérations d'HCN à partir des divers grains et le Tableau 2 résume ce qui a été récupéré à partir des produits alimentaires. Ces données montrent que le grain et les germes de millet fournis par l'UNICEF ne contenaient aucune trace de cyanure. Le même résultat a été obtenu lorsque le grain de millet a été germé à l'ODNRI. Il

s'agit d'une indication nette de l'absence probable de glucoside cyanogène dans le millet. Bien que le grain de sorgho CV Serena contenait en fait du cyanure, les quantités étaient très faibles. Aucune trace de cyanure n'a été décelée dans le grain de sorgho blanc.

Le sorgho germé, qui a été séché à 50°C et broyé pour faire une farine de malt pouvant être utilisée comme ingrédient alimentaire, n'a pas réduit considérablement le taux dangereusement élevé d'HCN. Ce qui confirme les conclusions de Panasiuk et Bills (1984). Le rôtissage du malt à 100°C n'a réduit que faiblement la teneur en HCN; le rôtissage à 180°C, a réduit toutefois, la teneur en HCN de 90%. Le rôtissage du sorgho germé humide pendant 15 minutes à 100°C, ou à 180°C, a entraîné une perte de 83 et 96,5% respectivement. Le retrait des racines et des pousses a réduit la teneur en HCN de plus de 90% (Tableaux 1 et 2). Cela pourrait indiquer la présence de quantités limitées de durrhine dans la graine, par comparaison avec le taux très élevé que recèlent les racines et les pousses du grain germé. Les pousses et les racines n'ont pas été enlevées avant la préparation des produits broyés à l'eau ou à sec. Les taux d'HCN ont été réduits de plus de 70 et de 90% respectivement au moyen d'une fermentation de la pâte et de la bouillie, ou au moyen d'un séchage et d'un rôtissage de la pâte.

Tous les procédés utilisés (à l'exception du séchage à 50°C, et du séchage à 50°C suivi du rôtissage à 100°C) ont réduit les taux d'HCN d'au moins 70% et fréquemment de 100%; par conséquent, le reste était toujours bien inférieur à 200 ppm — la quantité maximale recommandée dans plusieurs pays en ce qui concerne la teneur d'HCN dans les haricots de Lima (Panasiuk et Bills 1984).

Wang et Fields (1978) ont avancé que le sorgho germé pourrait et devrait être utilisé pour produire des aliments nutritifs. Cette brève recherche indique fortement que les aliments produits à partir du sorgho germé, soit par chauffage à sec à 180°C, par chauffage humide à 100°C, ou par fermentation lactique ou alcoolique, présentent peu ou pas de risque d'empoisonnement au cyanure.

Par conséquent, le sorgho germé offre un bon potentiel d'utilisation dans les produits traditionnels ou les nouveaux produits industriels. Peu après que la partie principale du programme ait été terminée, l'occasion d'examiner un produit traditionnel, le «kimea», a été offerte par l'UNICEF. Les résultats de cet examen sont inclus dans les tableaux. Il sera noté que la méthode de préparation de bouillie pour nourrissons à partir de la farine de maïs, avec l'adjonction de 10% de malt de sorgho, élimine presque tout l'HCN présent.

Bien que l'adjonction de germes de sorgho à forte teneur en cyanure (413 ppm) à de la bouillie de maïs chaude n'élimine pas complètement le cyanure, ce dernier est réduit dans une proportion raisonnablement sûre. Ajouter le sorgho germé à une température plus basse augmenterait le risque d'empoisonnement au cyanure. Pour éviter cela, la farine de germes de sorgho devrait être ajoutée juste au point d'ébullition de la bouillie. En supposant que le

Tableau 3. Relation entre la teneur en tanins du grain de sorgho et la teneur en HCN du germe de deux jours (30°C).

Variété	% germination	Longueur du germe (mm) Gamme	Moyenne	% tanins	HCN (ppm)
M-35-1	95,4	1–60	29,6	0,04	200
ET-3491	98,8	1–80	50,3	0,05	643
NES 7360	68,3	1–40	24,0	0,05	145
2KX 17	70,0	1–40	19,2	0,06	197
IS 76	94,0	1–55	41,3	0,06	564
SPV-472	98,5	1–60	40,3	0,06	562
Lulu Dwarf	95,3	1–60	41,3	0,06	594
IS 8595	91,8	1–50	20,2	0,07	286
USA Yellow (ancien stock)	70,9	1–30	7,2	0,08	74
Blanc local (Kenya)	95,1	1–30	20,7	0,08	494
WS 1297	90,5	1–40	20,1	0,08	271
Feterita	90,5	1–70	45,2	0,09	454
CO-4	97,6	1–60	42,4	0,20	548
Rouge local (Botswana)	81,5	1–50	19,5	0,50	286
Serena	81,0	1–65	24,8	1,65	387
Seredo	95,0	1–65	34,1	2,90	658
Dobbs	99,1	1–70	44,0	3,40	826
Rouge local (Kenya)	90,0	1–40	25,0	7,70	200
BJ 28	90,8	1–15	4,9	9,00	308

sorgho germé obtenu en Tanzanie ait, au début, une proportion d'HCN semblable à celle du sorgho germé au R-U, le taux d'HNC doit avoir été réduit de 90% pendant les deux ou trois semaines de transport (dans le présent contexte, il vaut la peine de noter que pendant le conditionnement du sorgho germé, la durrhine est hydrolysée, libérant par là même de l'HCN; il convient donc d'apporter le plus grand soin au conditionnement, en aérant bien, par exemple, l'espace où il est effectué permettant ainsi à l'HCN de se dégager dans l'air sans danger).

Cette étude cherche à établir une corrélation entre la capacité de cette variété de sorgho à produire de l'HCN pendant la germination et sa teneur en tanins; les résultats du Tableau 3 indiquent l'absence d'une telle corrélation. Ces résultats montrent également que des 19 variétés de sorgho examinées, toutes produisent des taux dangereusement élevés d'HCN pendant la germination. Ces concentrations en HCN peuvent toutefois être réduites à des niveaux acceptables en utilisant avec prudence les méthodes locales de conditionnement et de cuisson.

Bibliographie

AACC (American Association of Cereal Chemists). 1983. AACC approved methods (8th ed.). AACC, St Paul, MN, É-U. Méthode 60–20.

Dada, L.O., Dendy, D.A.V. 1987. Preliminary study of effect of various processing techniques on the cyanide content of germinated sorghum. Tropical Sciences, 27, 101-104.

Morard, M.M., Rubenthaler, G.L. 1983. Germination of soft white wheat and its effect on flour fractions, breadmaking and crumb firmness. Cereal Chemistry, 6, 411-417.

Panasiuk, O., Bills, D.D. 1984. Cyanide content of sorghum sprouts. Journal of Food Science, 49, 791-793.

Rooney, I.W. 1984. Sorghum utilization in traditional foods. In Proceedings of a symposium on sorghum and millets: criteria for quality of grains and products for human food. 11th Congress of the International Association for Cereal Science and Technology, June 1984. International Association for Cereal Chemistry, Schwechat, Autriche. p. 6–9.

Subramanian, V., Jambunathan, R. 1980. Traditional methods of processing of sorghum (sorghum bicolor) and pearl millet (*Pennisetumamericanum*) grains in India. In Proceedings of a symposium on sorghum and millets processing. 10th Congress of the International Association for Cereal Science and Technology, June 1980. International Association for Cereal Chemistry, Schwechat, Autriche. p. 115–118.

Wang, Y.Y.D., Fields, M.L. 1978. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. Journal of Food Science, 43, 113-115.

L'absorption ferrique améliorée des produits de sevrage grâce à la germination et à la fermentation[1]

Ulf Svanberg et Anne-Sofie Sandberg

Department of Food Science, Chalmers University of Technology
Box 5401, S-40229, Göteborg, Suède

Résumé *En Tanzanie et dans la plupart des pays en développement, l'anémie est le problème de santé le plus courant après la malnutrition. Bien que la malaria soit un important facteur causal, il semble qu'en Tanzanie, l'anémie ferriprive soit le type le plus courant d'anémie. Toutefois, en dépit de nettes indications de sa prévalence, la plupart des enquêtes diététiques ont conclu que l'apport ferrique est, en règle générale, satisfaisant. Il semble donc clair que le facteur le plus important est la biodisponibilité du fer. Les denrées de base de la Tanzanie contiennent des facteurs comme l'acide phytique et les tanins, qui inhibent fortement cette biodisponibilité du fer. En utilisant des techniques traditionnelles familiales comme la fermentation et la germination, ainsi que le trempage, il serait possible de réduire l'effet de ces inhibiteurs. Pour mesurer l'aborption du fer à partir des régimes de sevrage, nous avons mis au point une technique in vitro rapide et simple ; tout en offrant des résultats comparables à ceux obtenus dans les études sur les êtres humains, cette technique est moins difficile et moins coûteuse. Nous avons mesuré la quantité de fer assimilable dans diverses denrées de base qui ont été transformées au moyen de la germination ou de la fermentation. Nous avons constaté que les deux procédés, lorsqu'ils sont combinés avec une méthode de préparation et de cuisson modifiée, pourraient donner une quantité de fer assimilable deux à six fois plus élevée qu'avec les denrées de base non traitées. Ce procédé met en jeu l'action d'enzymes qui réduisent considérablement la quantité d'acide phytique dans les denrées et augmentent ainsi l'absorption ferrique. Le présent document souligne l'importance de cette découverte pour la mise au point d'une approche pratique au niveau familial permettant de réduire l'anémie.*

En Tanzanie et dans la plupart des pays en développement, l'anémie est le problème de santé le plus courant après la malnutrition. À des fins pratiques, l'anémie est considérée comme une condition caractérisée par une concentration d'hémoglobine inférieure à celle d'une valeur arbitrairement choisie;

---

[1] Les études ont été réalisées en collaboration avec le Tanzania Food and Nutrition Centre (TFNC), grâce au financement de la Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries.

toutefois, il est reconnu qu'en raison d'un chevauchement entre les valeurs normales et les valeurs anémiques dans une population, une telle distinction est une question de probabilité. Les seuils largement acceptés sont 130 g/L pour les hommes, 120 g/L pour les femmes, et 110 g/L pour les femmes enceintes et les jeunes enfants (OMS 1968). Une anémie plus sévère avec microcytose et hypochromie est l'indication d'une carence en fer avancée.

Avant de résumer la situation en Tanzanie en ce qui a trait à l'anémie, je vais dresser un tableau général de la fréquence relative avec laquelle différents types d'anémie apparaissent. La plupart des anémies sont hypoprolifératives, les troubles les plus courants étant l'inflammation, la carence en fer et les saignements aigus, (Hillman et Finch 1985).

Le problème de l'anémie en Tanzanie a, dans l'ensemble, constitué une préoccupation lors des enquêtes sur la nutrition générale. Dans toutes ces études, le test de sélection a fait appel à une mesure du taux d'hémoglobine. L'utilisation d'une faible valeur d'hémoglobine en tant que diagnostic de l'anémie ne distingue pas toutefois les causes possibles de l'anémie. L'infection aiguë et chronique peut induire une diminution immédiate et considérable de la valeur Hb; toutefois, cette dernière n'est observée qu'à une dernière phase de la carence en fer, lorsque les réserves de fer sont épuisées. L'insensibilité relative de la mesure d'hémoglobine est également attribuable à la vaste dispersion des valeurs chez les sujets normaux.

Les enquêtes menées en Tanzanie ont donc cherché à découvrir certaines des causes sous-jacentes de l'anémie. Le Tableau 1 est extrait des enquêtes nutritionnelles en Tanzanie et il indique une vaste incidence d'anémie; dans certains villages, il a été trouvé que près de 39 % des jeunes enfants étaient anémiques. Dans certaines régions, une relation étroite a été observée entre l'anémie et la malaria, l'ankylostomiase et les infections schistosomiasiques. Toutefois, l'effet des infections mineures n'a pas été exploré; comme on l'a déjà mentionné, la prévalence d'une réelle condition de carence en fer ne peut être établie avec la méthode Hb.

Les changements séquentiels dans le développement de la carence en fer sont indiqués par l'usage d'autres paramètres. Du point de vue clinique, une diminution des réserves ferriques est mise en évidence par une réduction de la concentration de la ferritine sérique ou par une diminution du fer colorable dans la moelle osseuse, ou les deux. Lorsque les réserves de fer sont épuisées et qu'un équilibre ferrique négatif se poursuit, il y a une réduction de l'absorption du fer dans la moelle érythrocytaire. Cela se reflète par une diminution de la saturation de la protéine porteuse du fer plasmatique, la transferrine. Comme résultat, la synthèse de l'hémoglobine s'affaiblit et la concentration des globules rouges protoporphyrines augmente. La production limitée d'hémoglobine finit par entraîner une baisse de la concentration de l'hémoglobine au-dessous du niveau seuil pour l'individu.

Tableau 1. Anémie par région et groupe de population (extrait des enquêtes sur la nutrition en Tanzanie).

Date	Région	Type de population observée	Taille de l'échantillonnage	Moyenne Hb g%	Prévalence de l'anémie (%)	Point seuil Hb g%
1972	Dar	Femmes enceintes	1317	9,3	100	11
1973	Kilosa	Femmes tous âges	1702	11,2	28	10
1973	Bagamoyo	Femmes tous âges	1467	10,4	15	11,5
1974	Morogoro	Village 0–4 ans	31	10,8	–	–
1974	Mbeya	Village 0–4 ans	60	11,7	–	–
1974	Tabora	Village adultes	328	12,8	–	–
1974	Morogoro	Village adultes	323	12,4	–	–
1974	Mbeya	Village adultes	336	13,6	–	–
1974	Tabora Morogoro Mbeya	Village adultes femmes	516	12,2	–	–
1979	Rufiji	Village moins de 5 ans	288	7,9	–	–
1979-1980	Iringa	Village moins de 5 ans	1143	11,2	15,9 (0–39)	10
1984	Iringa	Village moins de 5 ans	979	11,8	25	10
1984	Iringa	Village moins de 5 ans	200	–	25	10

Par conséquent, pour avoir un tableau complet de la carence en fer, nous devons nous appuyer sur les méthodes analytiques qui mesurent la taille des réserves de fer. Dans une étude récente de la division Pawaga de Tanzanie, le niveau de protoporphyrine a été mesuré: environ 50% des enfants de moins de cinq ans (n = 651) ont montré des valeurs indiquant une condition de carence en fer; plus de 90% avaient une valeur Hb inférieure au seuil, indiquant la présence d'anémie. Une preuve indirecte indique également que la carence en fer est une des principales causes d'anémie dans les pays en développement; l'examen des données sur l'absorption du fer appuie solidement une telle conclusion.

La nature du fer alimentaire

Nos connaissances sur l'absorption du fer alimentaire ont beaucoup augmenté au cours des dix dernières années, et elles proviennent principalement de l'élaboration de méthodes isotopiques de mesure de l'absorption du fer à partir de repas complets (Cook et al. 1972; Hallberg et Bjorn-Rasmussen 1972; Layrisse et Martines-Torres 1972). Il est aujourd'hui connu qu'en raison des voies d'entrée séparées dans la cellule muqueuse intestinale, le fer alimentaire peut être composé de deux groupes distincts, expressément un groupe de fer héminique et un groupe de fer non héminique. L'hème, qui fournit près de 10 à 15% du fer alimentaire consommé dans les pays industrialisés, consiste en hémoglobine et myoglobine des produits alimentaires d'origine animale. Le fer héminique est absorbé à 20 ou à 30% et peut représenter près du quart du fer absorbé à partir de régimes riches en viande. Étant donné que l'absorption du fer héminique est peu touchée par la nature du repas, et seulement légèrement influencée par l'état ferrique de l'individu, son apport peut être calculé au moyen d'une mesure chimique de sa teneur dans le régime, en supposant une absorption de 25%.

Le fer non héminique est contenu dans les céréales, les légumineuses, les fruits, les légumes et les produits laitiers; dans les pays en développement, il constitue la principale source de fer alimentaire, et fréquemment la seule. L'absorption de ce fer non héminique est très variable et dépend de la nature du repas. Dans tout repas donné contenant une combinaison d'aliments, une «réserve» de fer non héminique se forme dans le lumen intestinal. L'absorption de cette réserve est déterminée par l'effet composé de facteurs stimulant ou affaiblissant l'absorption ferrique. Les facteurs connus pour stimuler l'absorption du fer non héminique sont la viande, la volaille, les fruits de mer, et divers acides organiques, notamment l'acide ascorbique. Un grand nombre de substances sont connues pour affaiblir l'absorption du fer; il s'agit des polyphénols comme les tanins, les phytates (Gillooly et al. 1983), certaines formes de protéines (INACG 1982) et certaines fibres. Les aliments qui ont un puissant effet inhibitoire sur l'absorption du fer incluent donc le thé, le café, le jaune d'oeuf et le son. Selon la teneur en substances stimulantes ou inhibitrices, l'absorption du fer contenu dans un repas peut varier de 1 à 40% chez les individus dont l'état ferrique est comparable.

En dépit de la quantité considérable d'informations disponibles sur les facteurs qui influencent l'absorption du fer, obtenues à partir de repas uniques, elles font défaut quant à l'absorption du fer provenant de régimes complets. Les repas typiques dans différentes régions du monde (Hallberg et al. 1983; Narasinga Rao et al. 1983; Acosta et al. 1984) peuvent être répartis dans trois catégories générales; faible biodisponibilité, moyenne biodisponibilité et grande biodisponibilité, avec une absorption du fer héminique et du fer non héminique d'environ 5, 10 et 15% respectivement; cela s'applique à un individu dépourvu de réserves en fer mais dont le transport du fer est normal. Certains régimes dépassent les deux points extrêmes de cette gamme de biodisponibilité de 5 à 15%. L'absorption du fer à partir de régimes consistant principalement de céréales peut donc n'être que de 1 à 2%; cependant, avec les régimes contenant de grandes quantités de viande, de poisson ou de volaille, l'absorption peut approcher les 20 à 25%.

Pour conclure, toutes nos informations indiquent qu'en règle générale, la teneur en fer des régimes à base de céréales est suffisante. Il faudrait aussi mentionner la contamination du fer qui peut contribuer à augmenter de plusieurs fois la quantité de fer local du régime, mais le pourcentage d'absorption est plus ou moins bien connu. L'absorption du fer intrinsèque peut varier considérablement, de 1 à 40%.

Quels sont alors les moyens pratiques et réalistes permettant d'améliorer la situation d'anémie ferriprive que connaissent les pays en développement? On pourrait considérer les trois stratégies suivantes: d'abord, la distribution de comprimés de fer aux groupes vulnérables, comme les jeunes enfants et les femmes enceintes et allaitantes; deuxièmement, l'enrichissement de certains produits de base avec du fer; et troisièmement, une augmentation de la biodisponibilité du fer alimentaire. La première stratégie implique un système de soins de santé mère-enfant étendu et qui fonctionne bien, et la deuxième la distribution d'un produit de base à partir d'un point central. Dans de nombreux pays, il n'existe aucune de ces conditions requises. Par conséquent, il reste la troisième stratégie, c'est-à-dire augmenter l'absorption ferrique des régimes à base de céréales. Dans le cadre de notre programme de recherche en collaboration avec le TFNC, nous avons effectué des études sur les méthodes permettant de diminuer les effets inhibiteurs des phytates et des tanins sur l'absorption du fer des produits céréaliers, par l'usage de techniques traditionnelles ménagères comme la germination et la fermentation.

La germination et la fermentation — l'effet sur l'acide phytique et l'absorption du fer

L'acide phytique (chimiquement, inositol hexaphosphate) possède une grande capacité de fixation des fers minéraux comme le Fe^{2+} et Fe^{3+}, Zn^{2+}, Mg^{2+} et CA^{2+}. Ces complexes de minéraux et d'acide phytique sont généralement peu solubles et ils entraveront donc l'absorption des minéraux. Dans la graine de céréale, l'acide phytique est principalement réparti dans la couche de

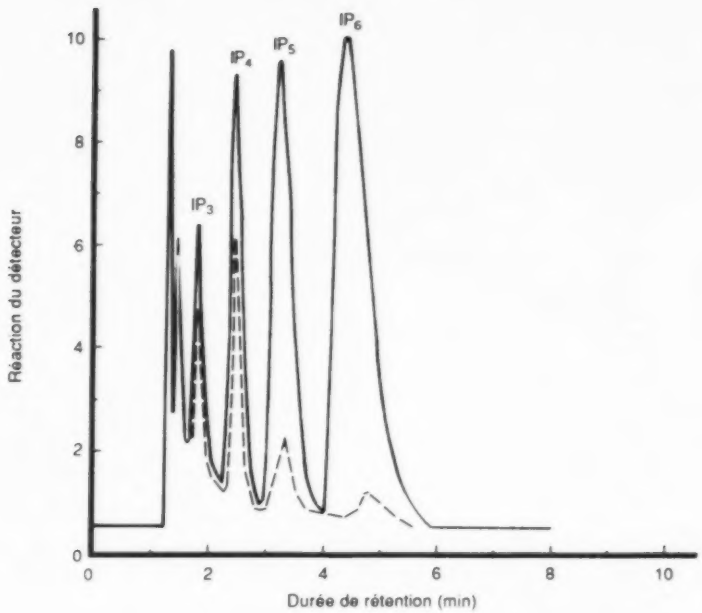

Fig. 1. Teneur relative en inositol phosphate dans les échantillons de sorgho trempé (12 heures). —, farine complète non germée ; ---, farine complète germée. IP_3 à IP_6 = inositol contenant 3 à 6 phosphates par résidu d'inositol.

l'aleurone (Lott et Ockendenen 1986); le décorticage de la graine va donc réduire considérablement la quantité d'acide phytique (jusqu'à 50 ou 60 %). Toutefois, les quantités restantes influenceront l'absorption du fer.

Un autre moyen de réduire la quantité d'acide phytique dans la graine consiste à activer les phytases qui sont disponibles en petites quantités dans presque toutes les variétés de céréales (Nayini et Markakis 1986). L'acide phytique est alors hydrolysé en inositol phosphates inférieurs (penta à mono-phosphates); toutefois, d'après des évaluations *in vitro*, seuls les inositols hexa et penta-phosphates forment des complexes insolubles avec le fer. Il est également connu que la germination des graines de céréales stimule l'action de la phytase. Nous avons utilisé une nouvelle méthode pour mesurer l'inositol phosphate par extraction dans de l'HCl dilué et quantification au moyen d'une chromotographie d'appariement ionique et de chromotographie liquide à haute pression (Sandberg et Adherinne 1986). Dans le sorgho blanc germé pendant 48 heures, les quantités d'inositol hexa-phosphates (IP_6) et d'inositol penta-phosphates (IP_5) sont considérablement inférieures à celles de la farine non germée. Nous avons davantage stimulé les phytases des échantillons de sorgho en les faisant tremper dans de l'eau pendant 12 heures et en ajustant le pH dans l'eau de trempage à 5 par l'addition d'HCl. La Figure 1 montre que le

trempage à des conditions de pH optimales pour les phytases réduit les quantités de IP_6 et IP_5 dans la farine de sorgho germé à moins de 5 % de celles de la farine complète non germée.

L'étape suivante consistait à soumettre les échantillons à une fermentation bactérienne naturelle à l'acide lactique. Les farines ont été trempées dans l'eau et laissées à la température ambiante pendant deux à trois jours; l'acide lactique produit dans la bouillie fermentée a réduit le pH d'une valeur initiale de 6 à environ 4. La quantité d'acide phytique (IP_6 + IP_5) est encore plus réduite dans ces échantillons fermentés, et la farine germée ne présente pas de quantités décelables de IP_6 et IP_5. Le Tableau 2 résume les quantités de IP_5 et IP_6 dans µmol/g dans les échantillons étudiés.

Quel effet ces traitements ont-ils sur l'absorption du fer? Celle-ci a été estimée au moyen d'une méthode *in vitro* mise au point dans notre département de Göteborg (Svanberg et al. 1988). L'échantillon alimentaire est progressivement digéré au moyen d'un système utilisant trois enzymes. La quantité de fer solubilisé est décelée au moyen d'une spectrophotographie d'absorption atomique. Le rapport entre le pourcentage de fer solubilisé et l'absorption du fer mesurée dans les études sur les êtres humains au moyen de la méthode de radio-marquage (Hallberg et Bjorn-Rasmussen 1972) indique une forte corrélation ($r = 0,99$, $p \leq 0,001$), mesurée sur 16 différents aliments contenant ou non des protéines d'origine animale.

Les différents échantillons de sorgho de cette étude ont été analysés afin de découvrir la quantité de fer soluble au moyen de cette méthode *in vitro*. La Figure 2 montre le rapport entre le fer soluble et la teneur en acide phytique. La fermentation à l'acide lactique double la quantité de fer soluble lorsqu'on utilise de la farine de grain décortiqué et la multiplie par six avec de la farine germée.

En conclusion, les méthodes ménagères traditionnelles de transformation des aliments, comme le trempage, la germination et la fermentation, ont prouvé en laboratoire qu'elles réduisent considérablement la teneur en acide phytique du sorgho blanc. La solubilité du fer et, par là même, l'absorption du fer,

Tableau 2. Quantité de IP_6 + IP_5 (µmol/g) dans différents échantillons de sorgho; les effets du décorticage, de la germination, du trempage et de la fermentation.

Sorgho (blanc)	Non traité	Trempé (12 heures, pH = 6)	Fermenté (48 h)
Non germé			
Farine complète	5,45	2,70	0,20
85 % d'extraction	5,20	2,20	0,40
Germé			
Farine complète	3,50	0,40	nd[a]

[a] Non décelable.

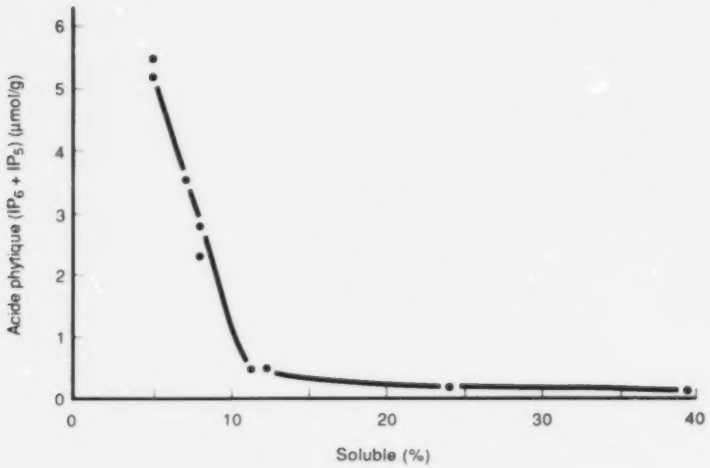

Fig. 2. Fer soluble et teneur en acide phytique dans différents échantillons de sorgho.

sont accrues, selon le traitement, de deux à six fois. En terme quantitatif, cela signifie qu'un régime de « faible biodisponibilité » s'est transformé en un régime « de moyenne à forte biodisponibilité » ; ce résultat pourrait être également obtenu seulement en incluant de généreuses quantités de viande, ou de produits très riches en acide ascorbique.

Bibliographie

Acosta, A., Amar, M., Combluth-Szarfarc, S.C., Dillman, E., Fosil, M., Biachi, R.G., Grebe, G. Hertrampf, E., Kremenchuzky, S., Layrisse, M., Martinez-Torres, C., Moron, C., Pizarro, F., Reynafarje, C., Stekel, A., Villavicencio, D., Zuniga, Y.H.. 1984. Iron absorption from typical Latin American diets. American Journal of Clinical Nutrition, 39, 953-962.

Cook, J.D., Layrisse, M., Martinez-Torres, C., Walker, R., Monsen, E., Finch, C.A. 1972. Food iron absorption measured by an extrinsic tag. Journal of Clinical Investigation, 51, 805-815.

Gillooly, M., Bothwell, T.H., Torrance, J.D., MacPhail, A.P., Derman, D.P., Bezwoda, W.R., Mills, W., Charlton, R.W., Moyet, F. 1983. The effect of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. British Journal of Nutrition, 49, 331-342.

Hallberg, L., Bjorn-Rasmussen, E. 1972. Determination of iron absorption from whole diet. A new two-pool model using two radio-iron isotopes given as haem and non-haem iron. Scandinavian Journal of Haematology, 9, 193-197.

Hallberg, L., Björn-Rasmussen, E., Rossander, L., Suwanik, R., Pleehachinda, R., Malulee, T. 1983. Iron absorption from some Asian meals containing contamination iron. American Journal of Clinical Nutrition, 37, 272-277.

Hillman, R.S., Finch, C.A. 1985. In Red cell manual (5th ed.). F.A. Davis Company, Philadelphia, PA, É-U, p. 59.

INACG (International Nutritional Anaemia Consultative Group). 1982. The effects of cereals and legumes on iron availability. The Nutrition Fund, Washington, DC, É-U. 44 p.

Layrisse, M., Martinez-Torres, C. 1972. Model for measuring dietary absorption of hem iron: test with a complete meal. American Journal of Clinical Nutrition, 25, 401-411.

Lott, J.N.A., Ockendenen, I. 1986. The fine structure of phytate-rich particles in plants. In Graf, E., ed., Phytic acid: chemistry and applications. Pilatus Press, Minneapolis, MN, É-U. p. 43-55.

Narasinga Rao, B.S., Vijayasarathy, C., Prabhavati, T. 1983. Iron absorption from habitual diets of Indians studied by the extrinsic tag technique. Indian Journal of Medical Research, 77, 648-657.

Nayini, N.R., Markakis, P. 1986. In Graf, E., ed., Phytic acid: chemistry and applications. Pilatus Press, Minneapolis, MN, É-U. p. 101-118.

OMS (Organisation mondiale de la santé). 1968. Nutritional anaemias. WHO, Genève, Suisse. Série des rapports techniques, n° 405.

Sandberg, A.S., Adherinne, R. 1986. HPLC-method for determinationof inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates in foods and intestinal contents. Journal of Food Science, 51, 547-550.

Svanberg, U., Hallberg, L., Rossander, L. 1988. *In vitro* method to measure iron availability in diets. Journal of Food Science (sous presse).

Résumé des discussions

T. Greiner a passé en revue les terminologies contradictoires en usage se rapportant à la période de sevrage. Il a ensuite défini les problèmes que pose une introduction précoce des aliments complémentaires, illustrant son propos par l'exemple d'expériences faites au Yemen où l'âge moyen du sevrage est de six mois dans les régions urbaines et de 12 mois dans les régions rurales. Il a ensuite passé en revue son exposé sur l'encouragement et l'appui à l'allaitement maternel.

Comme l'a souligné H. Armstrong, peu de produits de sevrage ont des densités énergétiques approchant de 70 kcal/100 mL (la teneur énergétique du lait maternel). Il existe donc de bonnes raisons d'encourager l'allaitement au sein prolongé. En discutant le concept d'une méthode anticonceptionnelle naturelle, A. Tomkins a soulevé la question de la fréquence et de la durée des tétées. Il a été souligné qu'une telle méthode n'est pas possible pour les mères qui travaillent de longues heures hors du foyer.

U. Svanberg a examiné les avantages des produits germés du point de vue de leur densité énergétique, viscosité et disponibilité nutritive; il a remarqué que si les enfants étaient nourris de céréales germées, ils auraient besoin d'un moins grand nombre de repas par jour. T. Gopaldas a fait quelques remarques sur les apports assez élevés par repas en Tanzanie, par comparaison avec ceux des enfants de l'Inde. La question de l'importance de la « farine énergétique » a été soulevée; K. H. Brown a indiqué que son introduction et la propagande en sa faveur étaient plus importantes qu'une introduction précoce de produits solides non germés. Bien que deux participants aient rapporté l'induction de diarrhée comme effet secondaire de la farine énergétique, ceux du JNSP d'Iringa nont pas confirmé ce fait. Il a été avancé qu'une telle diarrhée peut avoir été due à la forte teneur en sucre du produit, ou à l'hydrolyse des céréales en amyloses qui pourraient avoir une activité osmotique; toutefois, aucune donnée n'a été fournie. Svanberg a décrit des techniques perfectionnées utilisées dans la fabrication d'aliments pour nourrissons dans les pays occidentaux; ces techniques emploient des produits chimiques spéciaux qui réduisent la viscosité produisant, par là même, un repas liquide d'une grande densité énergétique (0,8 kcal/g). Toutefois, en Tanzanie, il a été constaté que la germination des céréales donnait d'aussi bons résultats. Examinant la modification de la viscosité induite par la germination, A.C. Mosha a souligné le fait que l'enzyme est active à une température supérieure à 85°C.

S.M. Lorri a signalé que la germination est une méthode traditionnelle qui a, de pair avec d'autres éléments du programme GOBI, effectivement permis

de réduire la malnutrition à Iringa pendant la durée du programme JNSP. Tomkins a mis en garde contre la supposition faite que ces données traduisaient un effet important de la farine énergétique; le JNSP présente de nombreux aspects et il a jugé qu'il n'est pas valable de distinguer des éléments individuels comme étant responsables de l'amélioration de l'état nutritionnel. Plusieurs participants ont demandé des données indiquant qu'il y avait eu un changement général dans l'apport énergétique *pendant toute la journée*; de telles données n'existaient pas. D'autres participants ont demandé des renseignements sur la croissance des enfants qui reçoivent de la farine énergétique, par opposition à celle des enfants nourris de farine non germée; là encore, il n'y avait pas de données. Des participants ont également demandé de l'information sur les taux de morbidité, notamment sur les taux de crises diarrhéiques chez ceux qui utilisaient de la farine énergétique et ceux qui utilisaient de la farine non germée; ce genre d'information n'était pas disponible.

L. Hendrata a signalé le potentiel considérable de la farine énergétique pour le marketing social; il a indiqué que celle-ci pourrait être présentée comme un produit certainement nouveau, puissant, voire magique. Un certain nombre de participants ont fourni des preuves sur les difficultés qu'ont les adultes à accepter la farine énergétique, notamment les hommes, qui associent principalement la germination avec la fabrication de la bière.

Z. Lukmanji a présenté une série de tableaux sur l'apport alimentaire à différents moments et endroits. T. Gopaldas s'est dit d'avis, étant donné les nombreuses variations présentées par les groupes d'étude, que ces tableaux étaient difficiles à interpréter; elle a émis l'opinion qu'il était nécessaire d'avoir une démarche expérimentale plus rigoureuse. R.P. Kingamkono a fait état d'apports alimentaires de la farine énergétique avec une concentration en matière solide assez élevée. Des participants ont souligné que cela pouvait expliquer la faible augmentation de l'apport alimentaire chez les enfants consommant de la farine énergétique, par comparaison avec ceux qui consommaient de la bouillie non fermentée.

Après que F. Luhila eut passé en revue ses projets de recherche sur l'utilisation de la farine germée en Zambie, A. Lechtig a mis l'accent sur l'utilité d'envisager la taille des échantillons et la sélection des enfants à cette étape de la planification.

T. Gopaldas a soulevé la question de l'emploi d'une méthodologie commune dans les essais sur l'alimentation. Elle a demandé si la farine énergétique représentait en réalité une «percée» et s'il pouvait être possible d'en faire le marketing social. De nettes différences d'opinion se sont manifestées à l'égard des essais de la farine énergétique; certains participants pensaient qu'il était important d'évaluer plus attentivement son impact nutritionnel (sur l'apport alimentaire et la croissance) ainsi que son effet sur la mortalité; d'autres étaient d'avis qu'on en savait suffisamment sur le sujet pour commencer à encourager son utilisation.

T. Gopaldas a passé en revue les modes de préparation des aliments riches

en amylase (ARA) en Inde, et elle a mentionné notamment le fait qu'ils ont une durée de conservation de deux à trois semaines. Bien que le processus de rôtissage réduise la teneur hydrique, il réduit également la teneur en amylase; toutefois, la présence d'au moins 700 unités de maltose suffira pour déclencher la germination des différentes céréales d'usage courant.

Y. Vaidya a examiné l'usage du « sarbottam pitho » au Népal, soulignant le besoin de changer les méthodes de cuisson pour permettre une digestibilité adéquate.

B.L. Amla a passé en revue ses travaux sur les effets nutritionnels des produits germés en Inde. A. Lechtig a déclaré que bien que la taille des échantillons étudiés ait été petite, il s'agissait de la première étude à présenter des données objectives sur les modifications de l'état nutritionnel (anthropométrie et hémoglobine).

A.D. Ayebo a souligné le besoin d'avoir des politiques nutritionnelles qui soient conformes à celles du gouvernement. Lechtig a poursuivi sur ce point, affirmant qu'il était nécessaire que les administrateurs, les planificateurs, etc., de tous les ministères gouvernementaux soient sensibilisés au problème nutritionnel.

Une discussion s'est engagée sur les avantages que présente la germination au plan nutritionnel. U. Svanberg a décrit l'amélioration de l'absorption de certains minéraux comme étant le résultat de la destruction des phytates par le processus de germination. Des problèmes se sont posés dans l'extrapolation faite à partir d'études pratiquées chez les animaux concernant la disponibilité des produits alimentaires, mais de façon générale, on a reconnu qu'avec l'usage d'aliments germés, la disponibilité des micronutriments semble présenter une amélioration importante.

Les désavantages que présente l'usage d'aliments germés a donné lieu à une discussion sérieuse à l'issue de l'exposé de D.A.V. Dendy, lequel portait sur le problème de la toxicité potentielle du cyanure du sorgho. Étant donné que des différences considérables existent dans la teneur en cyanure des différentes variétés de sorgho, certains se sont inquiétés qu'un enfant pourrait être empoisonné en consommant du « kimea ». Toutefois, cette éventualité a été jugée peu probable. Dans son exposé, D.A.V. Dendy a présenté des données pour prouver que le « kimea » (dont la teneur potentielle en cyanure est de 400 ppm) ne poserait aucun problème s'il était ajouté à la bouillie aussitôt qu'elle aurait atteint le point d'ébullition, car le cyanure en serait dissipé; par contre, s'il était ajouté plus tard, une fois que la bouillie aurait refroidi, le cyanure pourrait persister. Mais même dans ce cas, la proportion de « kimea » par rapport à la bouillie serait toujours inférieure à 10 %, c'est-à-dire au-dessous de 40 ppm; donc, elle ne serait pas toxique.

Liste des participants

Gunnhild **Aakervik**, Aga Khan Health Services, Kisumu PHC Project, BP 530, Kisumu, Kenya

Gugsa **Abate**, Ethiopian Nutrition Institute, BP 5654, Addis Ababa, Éthiopie

David **Alnwick**, UNICEF, BP 44145, Nairobi, Kenya

Bansi **Amla**, Director, Central Food Technological Research Institute, Mysore 570 013, Inde

B. **A-Ogle**, Swedish University of Agricultural Sciences, BP 7005, S-750 07, Uppsala, Suède

J. **Aphane**, Ministry of Agriculture, BP 162, Mbabane, Swaziland

Helen **Armstrong**, IBFAN Africa, BP 34308, Nairobi, Kenya

A.D. **Ayebo**, Department of Animal Science, University of Zimbabwe, BP MP 167, Mt Pleasant, Harare, Zimbabwe

Sandy **Baldwin**, IBFAN Africa, BP 34308, Nairobi, Kenya

Tilahun **Bekele**, Ethiopian Nutrition Institute, BP 5654, Addis Ababa, Éthiopie

Kenneth H. **Brown**, Department of International Health, Division of Human Nutrition, Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health, 615 North Wolfe Street, Baltimore, MD, É-U 21205

D. **Busolo**, Keny Industrial Research and Development Institute, BP 30650, Nairobi, Kenya

Jenny **Cervinskas**, Division des sciences de la santé, CRDI, BP 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9

Protasio **Chipulu**, National Food and Nutrition Commission, Lumumba Road, BP 32669, Lusaka, Zambie

David **Dendy**, Overseas Development Natural Resources Institute Storage Department, Culham, Abingdon, Oxfordshire OX14 3DA, R-U.

Marina **de Paoli**, c/o CPHE Projet, BP 192, Sumbawanga, Tanzanie

Kate **Dickin**, Department of International Health, Division of Human Nutrition, Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health, 615 North Wolfe Street, Baltimore, MD, É-U 21205

Anne **Erlich**, Department of Food Technology and Nutrition, University of Nairobi, BP 29053, Nairobi, Kenya

Tara **Gopaldas**, Dean, Faculty of Home Science, Maharaja Sayajirao, University of Baroda, Baroda 390002, Inde

T. **Greiner**, International Child Health Unit, University Hospital, S-715-85, Uppsala, Suède

Mubina **Hakimjee**, Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie

Lukas **Hendrata**, UNICEF, 3 U.N. Plaza H-8F, New York, NY, É-U 10017

Shaheen **Kassimlakha-Rajan**, Mazingira Institute, BP 1450, Nairobi, Kenya

Kathy **Kealey**, Division des communications, CRDI, BP 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9

M.M. **Keregero**, Home Economics and Human Nutrition, Department of Food Science and Technology, Sokoine University of Agriculture, BP 3006, Morogoro, Tanzanie

Lifutso **Khomari**, Ministry of Agriculture, BP 58, Mohaleshoek, Lesotho

Judith **Kimiywe**, Egerton University, Private Bag, Njoro, Kenya

Rose Peter **Kingamkono**, Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie

Stephen **Kinoti**, Medical Research Centre, Kenya Medical Research Institute, BP 20752, Nairobi, Kenya

R.L.N. **Kurwijila**, Department of Animal Science and Production, Sokoine University of Agriculture, BP 3004, Morogoro, Tanzanie

Sheila **Lakhani**, Nutritionist, BP 46067, Nairobi, Kenya

A. **Lechtig**, c/o UNICEF, Maputo, Mozambique

B. **Lemaire**, Department of Hygiene and Prevention, BP 337, Bujumbura, Burundi

Wilbald S.M. **Lorri**, Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie

Zohra **Lukmanji**, Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie

Elizabeth **Macha**, UNICEF, BP 4076, Dar es Salaam, Tanzanie

Cynthia **Mokwena**, Family Health Division, BP 992, Gaborone, Botswana

Nicholas L.V. **Mlingi**, Tanzania Food and Nutrition Centre, BP 977, Dar es Salaam, Tanzanie

A.C. **Mosha**, Project Coordinator, Post Production Food Industry Advisory Unit, SADCC, BP 4046, Harare, Zimbabwe

Monde **Mulunga**, National Food and Nutrition Commission, Lumumba Road, BP 32669, Lusaka, Zambie

L. **Mushonga**, Chief Dietitian, Ministry of Health, BP 8204, Causeway, Zimbabwe

Stephen **Moses**, Division des sciences de la santé, CRDI, BP 62084, Nairobi, Kenya

Alice A. **Ngesa**, African Medical and Research Foundation, BP 30125, Nairobi, Kenya

L. **Nilsson**, UNICEF, BP 1859, Mbabane, Swaziland

M.J.R. **Nout**, Department of Food Science, Agricultural University, De Dreijen 12, 6703 BC Wageningen, Pays-Bas

Mary N. **Nyathi**, Mpilo Central Hospital, BP 2096, Bulawayo, Zimbabwe

Rispah **Oduwo**, National Council for Science and Technology, BP 30623, Nairobi, Kenya

Ruth **Oniang'o**, Department of Hone Economics, Kenyatta University, BP 43844, Nairobi, Kenya

Tabitha **Otieno**, Aga Khan Health Services, Kisumu PHC Project, BP 530, Kisumu, Kenya

M. **Ramakavelo**, c/o UNICEF, BP 445, Kigali, Rwanda

Amina **Rawji**, Program Officer, Aga Khan Health Services, BP 41523, Nairobi, Kenya

Libuseng **Sakoane**, Central Laboratory, Queen Elizabeth II Hospital, BP MS 122, Maseru, Lesotho

Rhonda **Sarnoff**, BP 48932, Nairobi, Kenya

Ozzie **Schmidt**, Division des sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition, CRDI, BP 62084, Nairobi, Kenya

Marashetty **Seenappa**, UNICEF, BP 4076, Dar es Salaam, Tanzanie

Mary **Serdula**, Division of Nutrition, Centre for Health Promotion and Education, Centre for Disease Control, 1600 Clifton Road, Mailstop A07, Atlanta, GA, É-U 30333

Clifford **Simango**, Blair Research Laboratory, Ministry of Health, BP 8105, Causeway, Harare, Zimbabwe

L. **Sserunjogi**, Department of Pediatrics, Makerere University Medical School, BP 7072, Kampala, Ouganda

Ulf **Svanberg**, Department of Food Science, Chalmers University of Technology, Box 5401, S-40229 Göteborg, Suède

A. **Tomkins**, Department of Human Nutrition, London School of Hygiene and Tropical Medicine, University of London, Keppel Street, Londres WC1E 7HT, R-U

Yogesh **Vaidya**, Chief, Nutritional Research and Development Division, Central Food Research Laboratory, Babar Mahal, Katmandou, Népal

Siège social du CRDI
CRDI, BP 8500, Ottawa (Ontario) Canada K1G 3H9

Bureau régional d'Afrique centrale et occidentale
CRDI, BP 11007, CD Annexe, Dakar, Sénégal

Bureau régional du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord
CRDI/IDRC, BP 14 Orman, Giza, Le Caire, Égypte

Bureau régional d'Afrique orientale et australe
IDRC, PO Box 62084, Nairobi, Kenya

Bureau régional d'Asie du Sud-Est et de l'Est
IDRC, Tanglin PO Box 101, Singapore 9124, République de Singapour

Bureau régional d'Asie du Sud
IDRC, 11 Jor Bagh, New Delhi 110003, Inde

Bureau régional d'Amérique latine et des Antilles
CIID, Casilla de Correos 6379, Montevideo, Uruguay

Veuillez adresser vos demandes d'information au sujet du CRDI et de ses activités au bureau de votre région.